SCELTA BIBLIOTECA

DELL'

INGEGNERE CIVILE

VOLUME SEDICESIMO.

L'ARCHITETTO
DELLE
STRADE FERRATE
OVVERO
SAGGIO SUI PRINCIPI GENERALI
DELL' ARTE DI FORMARE
LE STRADE A RUOTAJE DI FERRO

DI
EDUARDO BIOT
ALTRO DEI SOVRAINTENDENTI ALL'ESECUZIONE DELLA STRADA FERRATA
DA SANTO STEFANO A LIONE.

RECATO IN ITALIANO CON NOTE ED AGGIUNTE
DALL' INGEGNERE
LUIGI TATTI
UNITAVI UNA MEMORIA
DI
DAVIDE HANSEMANN
RELATIVA AI RAPPORTI POLITICI ED ECONOMICI
DI QUESTA SPECIE DI STRADE.

Les chemins en fer sont un nouveau
triomphe de l'intelligence humaine.
Pambour.

MILANO
PRESSO ANGELO MONTI, LIBRAJO
Contr. del Cappello Num. 4013.
MDCCCXXXVII.

Il Traduttore.

> C'est avec confiance qu'on envisage l'avenir de ces entreprises, quand' on sait qu'outre l'intérêt annuel du 9 pour 100 les actions du chemin de fer de Liverpool sont montées en quatre ans de 100 liv. st. a 200, et celles du railway de Darlington se sont élevées en huit ans de 100 liv. st. à 300. Paxsous.

L'arte delle strade ferrate benchè abbia qualche rozzo antico esempio nelle nostre cave di ferro, si può dir nuova per l'Italia. Nata in Inghilterra e fatta quivi grande colla mirabile applicazione delle macchine locomotrici, la quale le diede tanti ed incalcolabili vantaggi sugli ordinarii mezzi di comunicazione, le più illuminate nazioni a gara si affrettarono a studiarne le teorie e tentarne l'applicazione riconoscendola mezzo potentissimo ad aiutare il commercio e l'industria, e ad allargare l'agiatezza e la prosperità propria. La Francia, la Germania, il Belgio e specialmente l'America settentrionale la coltivarono con ardore, ed apersero e progettarono per ogni parte maravigliose vie di questo genere con dispendio ed ardire veramente gigantesco, le quali attesteranno un'epoca nella storia della civiltà umana. Ora pare che anche in Italia si pensi daddovero ad approfittare dell'utile invenzione; e i discorsi delle strade ferrate possibili nel bel paese, per alcune delle quali già si fecero e si fanno degli studi preliminari e si ottenne superiore privilegio, formano tema prediletto alle sociali conversazioni e riempiono molte pagine ai nostri cento giornali. Pensai quindi che la pubblicazione di un'opera che servisse a sparger lumi in proposito nella nazione e rendesse popolari i più

ovvi principii dell'arte nuova, riuscirebbe in questi momenti opportunissima e di grandissima utilità. Comporre un libro originale senza esperienza propria e senza modelli fra noi, a cui appoggiare la dottrina, oltrecchè sarebbe stato lavoro presuntuoso, improbo e sfornito di quel credito che gode chi parla di materia propria nella quale ha consumato anni e fatiche, non sarebbe riuscito che un sunto delle varie opere pubblicate oltremonti ed oltremare, nel quale difficilmente si sarebbe potuto mantenere un nesso di idee, una unità di principii ed una eguaglianza di stile. Perciò presi il partito di imprendere una traduzione, e scelsi a preferenza degli altri trattatisti il presente Saggio di *Edoardo Biot* il quale fa parte della Raccolta Enciclopedica di Manuali del *Roret*, pubblicato nel 1834, come quello che si distingue per semplicità, ordine e chiarezza mirabile di concetti e di stile, e per perspicuità di vedute filosofiche e tecniche, e che senza internarsi nelle astruse teorie matematiche, patrimonio di pochi, poteva essere alla portata non solo delle persone dell'arte, ma anche di quelli che senza essere dell'arte hanno principalissimo interesse in questa sorta di imprese; dico i capitalisti ed i commercianti. Un libro poi che si diffonde a confrontare il nuovo cogli antichi mezzi di comunicazione ed a stabilire i criteri di convenienza per l'aprimento di una strada ferrata con una logica sensatissima e spassionata, doveva essere nelle attuali nostre circostanze anteposto a qualunque altro che non trattasse il soggetto che tecnicamente

Anzi ho valutato tanto questa massima, chè non esitai a far luogo in questo libro all'operetta di Hansemann relativa alle strade ferrate risguardate sotto l'aspetto amministrativo e politico, recata in Italiano e gentilmente offertami dal traduttore dello Sganzin, istitutore della Biblioteca dell'Ingegnere Civile, e compilatore dell'Architettura dei Mulini, signor Ingegnere *Giuseppe Cadolini*; nome abbastanza noto alle scienze perchè valga un encomio. Però dove mi parve mancasse il testo per la universale intelligenza, non ho tralasciato di cercare di supplirvi togliendone le cognizioni ne' libri classici dell'arte; come non ho tralasciato di esporre man

mano quelle idee che mi parvero opportune per l'applicazione delle strade ferrate ai nostri paesi, e di notarvi tutti quei perfezionamenti che il progresso dell'arte ha trovati in questi ultimi due anni. Le poche note di Biot sono contraddistinte col suo nome, le altre sono mie. Per le Appendici aggiunte in fin d'opera sono indicate quivi stesso le fonti onde furono attinte.

Chi pensa all' impulso ed ai cambiamenti che questa nuova potenza acquistata dalla civiltà può dare non solo al commercio ed all' industria dei popoli, ma ben anche a tutte le sociali istituzioni e che interamente non si possono prevedere, comprenderà l'importanza del soggetto. Certo che non è ormai tempo da bilanciarne i vantaggi cogli inconvenienti. Le nazioni che ne approfittarono, acquistarono con questo mezzo troppa superiorità su quelle che lo trascurarono, quella superiorità che somministra la facilitazione, il buon prezzo e la velocità dei trasporti. Le diminuite spese di trasporto aumentarono valore agli stabili, animarono le cave de' materiali atti alla combustione, alle costruzioni, agli usi tutti dell' uomo, accrebbero lo sviluppo e la prosperità delle manifatture, e facilitando lo stabilimento di nuove officine raddoppieranno i mezzi di lavoro e quindi di ben essere. Aggiungiamo a ciò i vantaggi portati dalla facilità e celerità delle comunicazioni che non si possono facilmente calcolare, i quali moltiplicando le relazioni commerciali, estendendo i lumi della istruzione e diffondendo nel popolo quella attività che è la principal molla della vita sociale, aprir ponno nuova via ai destini dei popoli e formare ampio soggetto agli studi degli economisti, senza accennare l' influenza che la nuova invenzione sta per portare all' arte della guerra ed alla politica coll'eliminare le distanze e prestar mezzo di radunare ad un tratto in un punto la massa intera della forza di uno Stato.

Ora se gli esposti vantaggi possono spargere tanto beneficio sul generale delle nazioni, che sarà dell' Italia, di questa terra prediletta dalla natura, che pel suo clima, per la sua conformazione e per la sua geografica posizione ha tante prerogative sulle altre, ove l'aiutino provvide disposizioni amministrative le quali

con tutti i mezzi trovati dalla presente civiltà concorrano a fecondarne lo sviluppo! Se alle strade ordinarie che si vanno formando in tutta la penisola, e che in alcuna parte della stessa sono portate ad altissimo grado di perfezione; se alla favorita navigazione fluviale e marittima resa più sicura e più breve colla introduzione del vapore aggiungeremo il sussidio delle strade ferrate, avremo spinto un gran passo a raggiungere le più industriose, le più colte, le più ricche nazioni. Sicuramente quel popolo che con tanto ingegno e dispendio escavò tanti canali di navigazione e di irrigazione, frenò il corso di terribili fiumi e l'impeto del mare, rasciugò laghi, colmò bassi fondi e rese salubri e fertili estesissime contrade poco fa inabitabili, ed aperse maravigliose vie attraverso i più elevati e scoscesi monti d'Europa; quel popolo, che per pietà, per pompa ed amor delle arti eresse tanti e sì grandiosi monumenti che sono la maraviglia del mondo, quel popolo non mancherà a se stesso in questo nuovo campo che gli si prepara dinanzi.

PREFAZIONE

La felice riuscita di varie strade ferrate costrutte da qualche anno in Francia avendo comprovata l'utilità di questo nuovo genere di comunicazione fu proposto di riunire con tratte assai più estese le principali città del Regno. Già le Camere votarono dei fondi appositi per istudiare questi grandi Progetti, ed i giornali già discussero intorno alla futura influenza di queste linee immense sulla circolazione degli individui e delle merci fra i diversi centri dell'industria nazionale.

Queste discussioni basate in generale sopra dati inesatti sono, sto per dire, i soli documenti che sieno alle mani del Pubblico onde aver lumi sull'intrinseco della questione e sulla assoluta utilità di queste grandi opere, imperciocchè la Francia non ha finora alcun libro pratico sulle strade ferrate, il quale colla scorta degli esempi attuali mostri i vantaggi e gli inconvenienti di questo nuovo genere di trasporti, ed indichi al tempo stesso i principali perfezionamenti che gli promette l'avvenire.

Il trattato del signor Tredgold pubblicato nel 1824 e tradotto in francese qualche anno dopo è al presente rimasto troppo al di sotto dei progressi fatti dall'arte. D'altronde il signor Tredgold non avendo mai soprainteso all'esecuzione di alcuna impresa di questo genere si è quasi sempre limitato a delle considerazioni generali.

Nel 1825 il signor Wood ispettore delle miniere di Killingworth situate nei dintorni di Newcastle ha pubblicato un trattato sulle strade ferrate. Egli vi ha riunito i risultamenti di una serie di esperienze curiose da lui stesso istituite sulle strade ferrate degli scavi ai quali trovasi addetto ed ha determinato a quel modo il valore della resistenza opposta al tiro dei carri e di quella prodotta dagli attriti delle grandi gomene sui piani inclinati, ecc. Ma i rapidi progressi dell'arte hanno ben

tosto sorpassata anche l'opera del signor Wood, e l'autore nella seconda edizione posteriore al compimento della strada da Liverpool a Manchester dovette farvi non poche aggiunte, che vennero aumentandosi ancora nella terza; di modo che quest'opera, diventata assai voluminosa, può essere ora considerata come la storia dettagliata delle strade ferrate, e di tutti i saggi più o meno fortunati che si tentarono in proposito fino dalla loro origine. Ma stante il suo prezzo che ammonta in Inghilterra a 25 franchi, una traduzione di questo libro non avrebbe probabilmente in Francia che piccol numero di lettori (1).

Tracciare in poche parole i tentativi fatti nelle diverse parti di dettaglio che vengono abbracciate da un Progetto completo d'una strada ferrata: determinare i principj generali che devono servir di guida in una impresa di questa fatta: descrivere lo stato attuale di quest'arte novella, indicandone i processi già consecrati dalla esperienza ed i punti verso cui specialmente devono essere diretti gli studj di perfezionamento; ecco lo scopo di quest'opera. Le pratiche osservazioni da me fatte in questi ultimi anni intorno al soggetto che sono per isvolgere mi lusingano che il mio lavoro potrà essere utile a due sorta di persone; vale a dire ai capitalisti che ameranno di impiegare i loro fondi in imprese di questo genere, i quali troveranno qui esposti i vantaggi e gli inconvenienti annessi a questo sistema di comunicazione, ed agli ingegneri ed intraprenditori di opere che brameranno formarsi un'idea esatta dello stato attuale di quest'arte novella.

Sotto due differenti punti di vista si può risguardare l'utilità delle strade ferrate. Come grandi linee di comunicazione possono diminuire

(1) Questo libro di Wood ebbe in Francia dei traduttori nei signori F. di Montricher ed Ed. Franqueville ingegneri di ponti e strade, e nèl signor H. de Roulz.

Dopo la pubblicazione di questo lavoro di Biot alcune altre opere di qualche importanza e molte minori videro la luce in quel paese relative alle strade ferrate. Citeremo le lezioni date dal prof. Minard alla scuola d'applicazione di ponti e strade dove parla con molto ordine e dottrina della parte tecnica: il trattato delle macchine locomotrici di Guyonneau de Pambour dove ha raccolte le migliori esperienze fatte intorno alla loro potenza ed al loro modo di agire: la storia delle strade ferrate dell'America di G. Tell Poussin che addita le strade formate e progettate, il loro modo di costruzione e d'amministrazione, o le leggi in proposito emanate da quelle lontane ma industriosissime popolazioni: le memorie analitiche di Navier inserite negli annali di ponti e strade risguardanti le teorie del moto sulle strade ferrate: quella di Simons e De-Ridder intorno alla strada da Anversa a Colonia ecc. dalle quali si toglieranno quelle cognizioni che saranno credute più opportune allo scopo della presente opera. Il lettore troverà poi in fine un elenco delle opere pubblicate fino al presente intorno a questo soggetto in Inghilterra, in Francia ed in Germania.

d'assai le spese di trasporto dei materiali dal sito della loro produzione a quello del loro consumo, e facilitare la circolazione degli individui da una città all'altra. In questo caso il loro sviluppo è molto esteso, e la loro costruzione esige dei grandi capitali. Ma questo stesso sistema di strade può essere vantaggiosamente adoperato per unire una fucina, una miniera, un punto qualunque di produzione ad una gran via di comunicazione già esistente per trasportare ad una fabbrica le materie prime che vi vengono lavorate e che ne sono molto lontane, infine per eseguire i grandiosi movimenti di terra. La formazione di questi tronchi di strade ferrate diminuisce la spesa di trasporto in modo assai sensibile, e deve produrre in conseguenza una proporzionata riduzione sia nel prezzo a cui le manifatture possono essere smerciate al consumatore, sia in quello degli appalti delle grandi opere di sterramento; e non essendo questi tronchi parziali nè molto lunghi nè molto dispendiosi, la loro costruzione può essere con sicurezza diretta dagli ingegneri d'acque e strade e dai giovani allievi della scuola d'applicazione che sono addetti al servizio delle officine. Questo secondo modo di considerare le applicazioni possibili delle strade ferrate fu a' miei occhi un nuovo titolo per racchiudere le mie idee in un quadro piuttosto limitato onde il prezzo di questo libro fosse alla portata del massimo numero possibile di lettori.

Ho divisa quest'opera in tre sezioni. La prima tratta della materiale struttura delle strade ferrate indipendentemente dai motori che vi si adoperano. Vi indico le differenti forme delle ruotaje, dei pulvini, dei massi di pietra che costituiscono la linea propriamente detta, i dettagli di costruzione dei carri adoperati al trasporto delle differenti specie di mercanzie, i diversi sistemi dei pezzi destinati alle deviazioni di strada e le macchine in uso per eseguire lo scarico delle materie trasportate; e vi analizzo in fine in un capitolo a parte le differenti cause di resistenza che si oppongono alla forza traente sopra una simile strada.

La seconda sezione è consecrata all'esame della economia comparativa dei trasporti conseguita coi diversi motori. Vi passo successivamente in rassegna i cavalli impiegati con o senza le scuderie mobili, i piani automotori, le macchine stabili, infine le macchine locomotrici, estendendomi specialmente su quest'ultimo sistema il cui impiego è indispensabile per ogni strada che sia destinata ad un servizio attivo ed importante.

La terza sezione presenta delle considerazioni generali sulle spese di costruzione e manutenzione e sui principali vantaggi delle strade ferrate. Determinati dapprima i principj generali che devono servir di scorta nella costruzione di questo sistema di strade, paragono in seguito l'economia

che può procurare colle spese ordinarie di trasporto sui canali. In un capitolo particolare esamino il servizio dei viaggiatori e valuto il vantaggio delle macchine locomotrici sui cavalli; finalmente e come riassunto porgo delle brevi riflessioni intorno alle grandi linee proposte in Francia e termino facendo qualche parola sui tentativi fatti finora colle macchine locomotrici sulle strade ordinarie.

M' accontentai d' unire al testo un numero di figure sufficienti per rappresentare con esattezza le ruotaje, i pulvini, i pezzi d' incrociamento, i carri destinati al trasporto, e le macchine locomotrici. Diedi tre modelli di quest' ultime: l' uno è l' antico delle macchine di Darlington, gli altri sono conformi alle macchine di Manchester e Liverpool. Avendo esposto nel testo i diversi dettagli componenti l' assieme di una di queste macchine giudicai inutile di unire una figura particolare per ogni pezzo potendosi perfettamente comprendere dalla spiegazione che ne ho data, poichè una piccola figura non può mai essere così chiara quanto una esatta descrizione delle forme e delle dimensioni di cadaun pezzo (1).

D' altra parte l' arte di fabbricare le macchine locomotrici è ancora nell' infanzia, e per conseguenza è quasi inutile l' applicarsi a disegnare le dimensioni precise delle loro diverse parti. È meglio invece cercare di comprendere il principio che deve presiedere alla loro disposizione.

Già il raziocinio e l' esperienza corressero molti gravi difetti nel modello impiegato sulla strada ferrata da Liverpool a Manchester, ma questo modello è ancora imperfetto. In una parola l' utilità delle macchine locomotrici non fu bene conosciuta che nel 1830. Ogni cosa adunque ne induce a credere che fra pochi anni esse giungeranno a perfezionarsi sotto gli sforzi uniti dei costruttori. Questi progressi però terran dietro agli studj fatti sulle macchine in attività, non già alla maggiore o minor diligenza adoperata nella imitazione delle stesse. Chi vorrà fare una strada ferrata servita da cavalli troverà negli esempi esposti tutti i dati di cui può abbisognare per l' esecuzione del suo progetto: chi poi vorrà impiegare le macchine locomotrici conoscerà i difetti ed i vantaggi delle esistenti, per cui rivolgendosi ai grandi costruttori potrà giudicare del merito di quelle che gli verranno proposte.

(1) In Italia dove l' applicazione del vapore all' industria non è per anco molto estesa, e dove non è esempio ancora di queste macchine, le poche figure unite al testo non potevano essere sufficienti a facilitarne l' intelligenza, tanto più che l'opera non è destinata alle sole persone dell'arte. Ho creduto perciò opportuno di aggiungere in fine due tavole con una breve ma completa descrizione delle diverse parti e delle loro funzioni, tolta dall' opera di Pambour succitata e confrontata colle principali più recenti modificazioni.

INTRODUZIONE

Il più sicuro elemento della potenza industriale e commerciale di una nazione è senza dubbio la formazione d'un buon sistema di comunicazioni interne che faciliti il trasporto degli oggetti di qualunque sorta dal luogo della loro produzione a quello della loro vendita o consumo.

Dietro questo principio sanzionato dalla esperienza di tutti i tempi, i primi sforzi dei popoli si sono diretti verso il perfezionamento della navigazione fluviale, l'apertura di strade selciate ed inghiajate, e lo scavamento dei canali destinati a congiungere due fiumi lontani. Da qualche tempo però l'attenzione pubblica si è fissata sopra un altro genere di comunicazioni rimarchevole per l'economia che permette d'introdurre nei trasporti, e superiore ai canali per la rapidità e continuità del suo servizio affatto indipendente dall' alternativa delle stagioni. Questo nuovo sistema è quello delle strade ferrate introdotto in Francia da una decina d'anni e destinato dietro tutte le apparenze a prendere una grande estensione perchè sembra in generale meglio adattato che non sono i canali alla configurazione di quel paese ed ai bisogni pressanti del commercio. Io mi propongo dunque di esaminare questo nuovo sistema di trasporto presentando piuttosto una discussione ragionata dei principj che devono seguirsi nella sua esecuzione, che non la storia di tutti gli esperimenti tentati per la formazione de'suoi diversi dettagli.

Le prime strade ferrate si costrussero in Inghilterra nei dintorni di Newcastle. Le miniere del carbon fossile situate presso questa città stanno ad una distanza assai considerevole dal luogo dello smerciamento dei loro prodotti, e ne esigono il trasporto sino alle sponde del Tyne, dove vengono imbarcati sopra bastimenti destinati per le coste d' Inghilterra. Fino al 1700 questo trasporto si faceva col mezzo di strade assai cattive e costava delle somme enormi agli scavatori. Per diminuire queste ragguardevoli spese i proprietarj di alcune miniere pensarono di disporre lungo le strade percorse dai loro carri due ordini continuati di correnti di legno destinati a sorreggerne le ruote. A questo modo i carretti carichi di carbone scorrendo su delle superficie piane potevano muoversi con minore sforzo che non quando scorrevano sulla carreggiata in selciatura delle strade comuni. Ogni ruota essendo armata d'un orecchio era obbligata a tenersi sulla via. Tosto però fu rimarcato dai costruttori di queste nuove strade, che questi pezzi di legno sottoposti a delle gravissime pressioni si sciupavano rapidamente, onde per ritardarne il deterioramento pensarono di ricoprirli con lamine di ferro inchiodatevi sopra. Questo nuovo sistema portò un altro vantaggio perchè diminuì ancora maggiormente lo sforzo necessario alla trazione e condusse a sopprimere del tutto i legni che si consumavano tuttavia assai presto, non più per l'effetto della pressione ma per quella dell'umidità, sostituendovi delle spranghe di ferro fuso a seconda di una data forma fermate a dei massi di pietra disposti fra loro a determinate distanze. In seguito si modificò la forma di queste spranghe, si interposero dei pulvini di ghisa fra esse e la pietra che le sorreggeva, si surrogarono delle ruote di ghisa alle ruote di legno, infine si propose di sostituire per le spranghe il ferro laminato al fuso. Questa è la storia dell'origine e dei progressi delle strade ferrate in Inghilterra dal 1680 al 1812, e senza dubbio l'idea primitiva d'onde sono derivate, non ha in sè novità alcuna. Da tempo immemorabile nelle cave di pietra per tirare più facilmente i grandi massi dal sito dell'estrazione si usa porvi sotto dei cilindri che ruotano su dei tavoloni. Anche molte strade di Milano sono sistemate con due ordini di lastre di granito disposti ad una conveniente distanza per ricevere le ruote delle carrozze, mentre la zona intermedia e le ali laterali sono selciate con ciottoli onde assicurare il piede dei cavalli (1). Coulomb

(1) Le lastre di granito adottate ora generalmente nelle strade interne non solo di Milano, ma delle principali città di Lombardia, non furono tanto introdotte nella mira di facilitare il trasporto dei carichi da un luogo all'altro della città, per essere situate quasi tutte in pianura, nè usandovisi carri di forme e dimensioni maggiori e diverse di quelli che ser-

aveva pur fatte delle esperienze intorno allo sfregamento dei cilindri metallici scorrenti sopra superficie della stessa natura. Ma è in Inghilterra che si cominciarono ad apprezzare i vantaggi che potevano porgere questi mezzi di diminuire gli attriti, estesi a grandiose applicazioni; è in Inghilterra principalmente dove si attese a perfezionare i dettagli di esecuzione che potevano inceppare la riuscita dell'idea primitiva, e s'è veduto in questa come in tutte le invenzioni meccaniche che la difficoltà dell'esecuzione di una macchina è generalmente maggiore di quella del ritrovamento del principio su cui è basata. L'invenzione delle strade ferrate è generalmente risguardata come un'invenzione novella venuta d'Inghilterra, perchè è l'Inghilterra che la prima mise in pratica delle idee la cui applicazione in grande sarebbe parsa impossibile secoli fa, e sarebbe stata considerata come concetto da restare per sempre fra le teorie (1).

Per formare una strada ferrata, preparato convenientemente il terreno vi si dispongono due linee di spranghe di ghisa o di ferro il cui ufficio è quello di portar le ruote dei carri. Queste due linee si tengono per conseguenza ad una distanza uguale alla larghezza dei carri ed i varj pezzi si assicurano per mezzo di pulvini di ghisa a dei dadi di pietra o a dei traversi di legno disposti fra loro ad una determinata distanza e fissi solidamente al terreno.

vono per le strade esterne sistemate in ghiaja od in semplice selciato; quanto per servire al comodo, alla magnificenza ed al lusso di provincie ricche e fiorenti. Queste ruotaje di granito, dette in luogo lastre di guida o trottatoje, infatti tolgono ogni aspra scossa alle vetture e ne rendono meno assordante il rumore, facilitano il passeggio a piedi, servono a mantenere la forma alle strade e conservarle pulite, infine a decorarne l'aspetto cogli intrecci spesso eleganti delle varie sone nei trivj e nelle piazze.

(1) Da tempo immemorabile nelle nostre miniere si fa uso di ruotaje di ferro per facilitarvi l'estrazione del minerale dalle viscere dei monti caricandolo sopra carrette a quattro ruote. Ma essendo esse situate generalmente sulle coste di ripide montagne, colla fucina a poca distanza dal cavo, le ruotaje sono quasi sempre limitate alle tratte interne più difficili per le irregolarità degli scogli che ne formano il fondo. Il ferro lavorato poi che sorte dalle fucine ridotto a minor mole e peso, nè venendo somministrato in quantità straordinariamente grande non presentava sufficiente compenso per la prolungazione di queste ruotaje fino all'incontro di un emporio o di una via commerciale, tanto più che per essere le fucine situate in luoghi alti, la difficoltà del trasporto per vie continuamente in pendio resta per sè assai piccola. Per questo riguardo perciò doveva quest'arte limitarsi in Italia ai primi passi e restarvi bambina. Ma v'è di più: le cave principali di marmo che sono a Carrara, nell'Istria e sui laghi di Lombardia, la principale miniera di ferro che è all'Isola d'Elba, gli scavi della pozzolana di cui si fa esteso commercio coll'estero, si trovano tutti in riva al mare od a laghi che comunicano con canali navigabili onde al loro trasporto aveva già proveduto natura e l'arte fra noi antichissima dell'idraulica.

Le spranghe impiegate nelle strade ferrate furono distinte in Inghilterra sotto il nome di *rails*, parola che significa *verghe*, e che si è conservata in Francia per essere di somma utilità nella pratica di applicare una particolare denominazione ad ogni oggetto d' un uso generale.

I pezzi di ghisa che sono fermati ai dadi di pietra e che portano le ruotaie si chiamano *chairs* dagli Inglesi. Anche questa parola che in italiano vuol dir *cuscinetti* o pulvini fu conservata in Francia per indicare propriamente la specie impiegata nelle strade ferrate.

Infine i massi di pietra che portano questi pulvini si distinguono col nome di *dadi*, benchè la loro forma non debba essere esattamente un cubo.

Quanto ai veicoli impiegati sulle strade ferrate si chiamano *waggons* parola inglese e tedesca che significa carri, e che si pronuncia come in tedesco *vagon* (1).

Sarebbe un errore il pensare che tutto il vantaggio d'una strada ferrata consistesse semplicemente nella diminuzione dell'attrito che prova la circonferenza della ruota scorrendo sopra una superficie metallica invece di muoversi sopra una superficie selciata od inghiajata. Esso dipende dalla costruzione più o meno esatta delle diverse parti che ne compongono l'assieme. La direzione ed il tracciamento della linea propriamente detta richiede delle cure tutt'affatto particolari come le richiedono la formazione dei veicoli e la scelta dei motori che vi si debbono impiegare. Uno sbaglio nell'una o nell'altra di queste parti distinte del lavoro può influire sorprendentemente sull'economia che ricercasi nei trasporti e distruggere quasi del tutto la reale utilità dell'impresa. Esaminerò dunque da prima i principj dalla pratica consecrati per la costruzione delle parti fisse e delle parti mobili delle strade ferrate; passerò in seguito all' ispezione dei diversi motori che vi possono essere impiegati. Quando il lettore sarà giunto così a conoscere i diversi dettagli della pratica costruzione di queste strade e le diverse specie di resistenza che possono ritardare il movimento dei carri, studieremo le condizioni generali che devono dirigere il tracciamento di un progetto, condizioni che variano a seconda dell'importanza e della qualità dei trasporti che vi si possono fare, e paragoneremo questo nuovo sistema di comunicazione a quelli i cui vantaggi ed inconvenienti furono da una lunga esperienza constatati.

(1) Noi tradurremo senza tema di recare confusione al discorso per ruotaie i *rails*, per pulvini i *chairs*, e per furgoni i *waggons*, parola adottata comunemente nelle transazioni commerciali ed amministrative del Regno Lombardo-Veneto ad indicare i carri di trasporto che viaggiano per posta.

SEZIONE PRIMA.

MATERIALI COSTITUENTI UNA STRADA FERRATA.

CAPITOLO PRIMO.

RUOTAJE, PULVINI E DADI.

§. 1. Le parti stabili d'una strada ferrata si compongono: 1.° delle ruotaje o spranghe di ghisa o di ferro su cui scorrono le ruote dei carri; 2.° dei pulvini o sostegni di ghisa che portano le ruotaje; 3.° dei dadi o massi di pietra a cui sono fissi questi pulvini. Alcuna volta a questi massi vengono sostituiti dei legni trasversali che passano da una linea di spranghe all'altra attraversando la strada e portando i pulvini corrispondenti l'uno di contro all'altro.

§. 2. Il sistema di ruotaje generalmente adottato è quello distinto in Inghilterra col termine di *edge-rail*, ossia spranghe a risalto di cui ne abbiam già data un'idea. Le spranghe sono di ghisa o di ferro laminato, e presentano una superficie piana alle ruote, le quali hanno alla circonferenza un orlo sporgente che le mantiene sulle stesse ed impedisce loro di forviare (fig. 21).

§. 3. Le ruotaje di ferro fuso (fig. 1, 2) sono formate da spranghe che hanno circa un metro di lunghezza e terminano alle estremità con piccolo aggetto

tagliato ad ugna che serve per poter unire fra loro due pezzi consecutivi. Queste due spranghe così riunite appoggiano sopra un pulvino che le abbraccia co' suoi lembi rialzati e sono affrancate da una caviglietta di ferro che le attraversa per appositi fori ed è ribadita all' esterno.

§. 4. Le ruotaje di ferro laminato (fig. 3, 4) si riuniscono ordinariamente l' una contro l' altra in quadro e sono fermate nei pulvini da zeppe di legno o di ferro spintevi lateralmente in modo da serrare in una scanalatura a tal uopo praticata nel pulvino un orletto sporgente dalla spranga nella sua parte inferiore. Le ruotaje di ferro si distinguono da quelle di ghisa per la loro lunghezza che è di m. 4,60, o 15 piedi inglesi, ed in Francia se ne fanno anche di 5 metri. Nella loro lunghezza appoggiano sopra dadi che devonsi disporre non più distanti di 91 cent. ossia di un *yard* inglese, come è praticato nella strada di Darlington in Inghilterra, distanza che, dove i trasporti sono attivi, importa di ridurre a soli 76 cent. in modo che la spranga intiera di m. 4,60 riposi sopra sei dadi.

§. 5. Questo sistema di lunghe spranghe così fermate a sei pulvini e sei dadi offre un gran vantaggio per la solidità della strada e la conservazione dell' allineamento delle ruotaje cui lo sforzo laterale dell' orlo delle ruote tenta continuamente di scomporre nello scorrervi dei carri. Col mezzo delle lunghe spranghe di ferro questo sforzo laterale si trova ripartito sopra sei dadi, mentre spinge solamente contro di uno nelle ruotaje di ghisa, per cui in quest' ultimo caso, nel quale il numero degli elementi costituenti ciascuna linea di ruotaje è sei volte più grande, diventa ben più possente l'azione della ruota per distruggere gli allineamenti.

§. 6. Un altro vantaggio delle ruotaje di ferro laminato è quello che non pesano generalmente più di 13 chilogrammi e mezzo per ogni metro, mentre quelle di ghisa ne pesano da 27 a 28. Quindi l'adozione delle ruotaje di ferro presenta una considerevole economia nelle spese primitive di costruzione. Questa notabile differenza di peso deriva da ciò che il ferro possiede una forza di coesione molto maggiore della ghisa, e può quindi resistere in parità di sezione trasversale ad un peso molto più grande. Dimostra l' esperienza che una spranga di ghisa sottoposta allo sforzo di una trazione longitudinale non può resistere ad un peso maggiore di 10 chil. per ogni millimetro quadrato, mentre la resistenza del ferro a pari sezione si valuta per ragguaglio a 40 chil., il qual rapporto di resistenza è pur confermato dal calcolo. Da questo dato si può dedurre che il peso della prima spranga dev'essere sensibilmente doppio del peso della seconda, come viene del resto provato dall' esperienza delle strade ferrate costrutte coll' una e coll' altra qualità di materia; ed in pratica un fatto riconosciuto

dall' esperienza d' una ventina d' anni vale infinitamente più che non un risultato ottenuto dal calcolo (1).

§. 7. Per dare qualche schiarimento in proposito esaminiamo la forma dalla pratica dimostrata conveniente per la sezione delle spranghe affinchè esse offrano in ogni punto una resistenza approsimativamente eguale alla pressione dei carriaggi che gravitano successivamente sulle loro diverse parti. La sezione delle spranghe di ferro o di ghisa (fig. 6, 7) presenta nella sua parte superiore una superficie di 5. centim. Immediatamente sotto si restringe e si riduce alla larghezza necessaria affinchè la resistenza del metallo impiegato faccia equilibrio colla pressione del peso che è destinato a scorrervi sopra. Questa maggior larghezza della parte superiore non è senza una ragione, avendo per iscopo di impedire che la spranga non solchi la circonferenza delle ruote e non le sciupi rapidamente, il che succederebbe indubitatamente qualora la superficie fosse ridotta come il resto del corpo della spranga a 12, o 15 millimetri di larghezza. D'altra parte è facile il concepire che, onde la spranga presenti una resistenza eguale su tutta la lunghezza compresa fra due appoggi, è d' uopo che abbia maggior spessore nel mezzo che alle estremità dove è sostenuta dai massi di pietra, e così esso deve a poco a poco decrescere dal mezzo alle estremità di maniera che il di sotto presenti la forma d'una pancia. Il calcolo indica che questa curva è una parabola (2) e tale è appunto la

(1) Chiamiamo l la distanza variabile del peso dal più vicino sostegno, b la lunghezza della spranga, d il suo spessore, ed f la resistenza trasversale che il metallo di cui è formata è capace di opporre per ogni millimetro quadrato ad uno sforzo di trazione orizzontale, da ultimo P il peso portato dalla spranga: si avrà

$$Pl = \frac{1}{6} f \,.\, bd^2$$

equazione che si può verificare nei trattati di meccanica applicata.

Ora se la spranga è di ghisa, abbiamo $f = 10$ chil., se di ferro $f = 40$ chil. Il peso P rimanendo costante, come pure la distanza fra i due appoggi e la larghezza delle spranghe, la quantità variabile per uno stesso valore di l sarà lo spessore d. Supponendo che d sia lo spessore della spranga di ghisa, e d' quello della spranga di ferro si avrà

$$10\, d^2 = 40\, d'^2$$

da cui

$$d = 2\, d'$$

Così in qualunque punto lo spessore della spranga di ghisa dovrà esser doppio di quello della spranga di ferro in quel punto stesso, ed essendo i pesi specifici del ferro e della ghisa rappresentati da 7, 80 e 7, 20, paragonati a quello dell' acqua eguale a 1,00, ne segue che il peso della spranga di ghisa dev' essere approssimativamente doppio di quello di ferro. BIOT.

(2) Riprendiamo l' equazione precedente

$$Pl = \frac{1}{6} f \,.\, bd^2$$

forma che si dà alle spranghe fuse in ghisa come si può vedere nella fig. 1.

§. 8. Quanto alle spranghe di ferro la questione non è identica a quella che abbiamo esaminata, perchè non si tratta più di una sola spranga appoggiata a due fulcri. Le spranghe di ferro, come abbiam veduto, hanno una lunghezza quasi quintupla di quella delle spranghe di ghisa e le loro sei tratte comprese fra ogni coppia di dadi essendo solidamente serrate ai pulvini per mezzo di cunei di legno o di ferro, formano un sistema rigido, ogni parte del quale contribuisce alla total resistenza contrapposta dalla spranga al peso che gravita parzialmente sopra una sola delle tratte. Questo risultamento si concepirà più facilmente ove si rifletta che le spranghe di ferro offrono un certo grado di flessibilità che concorre a ripartire l'effetto della pressione su tutta la loro lunghezza. Ne viene da ciò che la curvatura conveniente per ogni porzione d'una spranga di ferro compresa fra due dadi consecutivi deve essere meno sensibile che per la spranga di ghisa destinata a resistere isolatamente. Perciò in pratica questa curvatura diventa di poca importanza.

§. 9. Tuttavia in Inghilterra si volle uniformare strettamente la pratica alla teoria anche per le spranghe di ferro e si diede un spessor maggiore nel mezzo d'ognuna delle tratte comprese fra due dadi, il quale si diminuisce quindi successivamente sino al punto che appoggia direttamente sul pulvino. La total lunghezza della spranga presenta a questo modo una successione di parti enfiate e ristrette, e lo spessor medio d'ogni tratta compresa fra due dadi varia da 6 a 7 cent. nelle estremità fino a 9 cent. nel mezzo. Ma questa forma ondulata non può conseguirsi senza molta difficoltà come si comprenderà facilmente quando avremo data un'idea del modo di costruire queste spranghe; e siccome ne risulta una differenza tenuissima tra il maggiore ed il minor spessore, così fu adottato in Francia uno spessor medio di 8 cent. per tutta la lunghezza della spranga.

§. 10. La fig. 6 presenta lo spaccato d'una spranga in ghisa fermata con una caviglietta trasversale preso nel suo massimo spessore verticale. La fig. 7 presenta quello di una spranga di ferro fermata al suo pulvino dalle zeppe laterali che tengono il suo orletto inferiore stretto nell'incavo corrispondente. Le proporzioni indicate sono conformi alle dimensioni adottate pella strada da Santo Stefano alla Loira, le cui ruotaje sono in ghisa, e per quella da Santo Stefano a Lione, che ha le ruotaje in ferro.

Per una stessa spranga f, b e P possono essere risguardati come costanti. Le due variabili di questa equazione sono dunque l o la distanza del peso dall'appoggio fisso e d o lo spessore della spranga in un punto dato. La curva rappresentata da questa equazione è evidentemente una parabola il cui asse passa pel mezzo della spranga. Biot.

La figura 8 rappresenta la sezione delle ruotaje di ferro della strada di Darlington in Inghilterra (1).

(1) Nella costruzione delle strade ferrate aperte in questi ultimi due anni si sono fatte ben poche variazioni alla forma esenziale delle ruotaje, per le quali si è comunemente adottato il ferro laminato. Si è però in complesso riconosciuto troppo debole il peso di 13 chilog. per metro accennato da Biot, massime per le strade soggette ad un trasporto considerevole e ad una grande velocità. Sulla strada da Liverpool a Manchester infatti che aveva in origine le ruotaje pesanti 17 chilogrammi al metro si sono andate cambiando a poco a poco e si portarono al peso di chil. 24,8 e fino di chil. 37 in quei luoghi dove gli appoggi si tennero lontani da centro a centro cinque piedi, ossia m. 1. 52. Gioverà a far conoscere il peso e le dimensioni delle spranghe usate nelle principali strade finora costrutte la seguente tabella ricavata dai più recenti trattatisti, dove sono notate anche le epoche della costruzione delle strade affine di indicare come man mano si sia andato abbondando nelle solidità delle stesse.

	DENOMINAZIONE DELLE STRADE	Epoca della loro costruzione	Distanza dei punti di appoggio	Altezza delle spranghe	Larghezza delle spranghe massima	Larghezza delle spranghe minima	Lunghezza di ogni spranga	Peso di un metro di spranga	Osservazioni
			metri	millim.	millim.	millim.	metri	chilogr.	
1	*Ruotaje prismatiche.*								
Francia	Lione	1823	0.75-0.91	75	46	14	4. 57	13. 2	
Francia	Roanne.	1826	0.71-0.82	75	46	14	5. 00	13. 2	
Francia	Epinac.	1830?	1,00	80	43	12	5. 00	11. 0	
Francia	Denain.	1830?	»	80	48	13	»	13. 2	
Belgio	Eberfeld (modello).	—	0. 94	98	53	22	4. 72	16. 4	
Belgio	Brussella	1835	0. 94	88	66	20	4. 72	17. 4	
	Norimberga	1835	0. 77	92	51	13	4. 72	10. 9	
Inghilterra	S. Elena Runcorn	1836	0. 91	92	55	18	4. 56	19. 5	
Inghilterra	Leeds e Selby	1829	0. 91	100	58	13	4. 56	21. 8	
Inghilterra	Sunderland	1830?	»	97	49	13	4. 56	14. 5	
Inghilterra	Redruth	1824	0. 91	80	30	16	»	12. 7	
Inghilterra	Wrexham.	—	1. 15	80	40	20	4. 60	14. 0	
Inghilterra	Clarenza e Durham	1828	»	75	55	12	4. 72	19. 3	
America	Filadelfia e Colombia.	1833	»	92	59	22	4. 57	18. 7	
America	Filadelfia e Germantown	1834	0. 91	»	»	»	4. 57	16. 2	
America	Boston e Provvidenza.	1836	1. 22	»	»	»	4. 57	27. 0	
America	Provvidenza e Stonington	—	»	»	»	»	»	20. 0	in costruz.
America	Baltimora e Wasington	1834	0. 91	50	»	»	4. 57	15. 7	
America	Boston e Worcester	—	»	»	»	»	4. 72	19. 7	in costruz.
America	Boston e Lowell	1834	0. 91	»	»	»	3,65.4,57	19. 5	
	Parigi e S. Germano	1837	»	»	»	»	»	30. 0	
	Vienna e Bochnia	—	0. 88	»	»	»	4. 42	18. 2	in costruz.
	Pietroburgo e Zarco-Celo	1837	0. 91	»	»	»	4. 57	32. 2	
2	*Ruotaje ondulate*								
	Darlington	1821	0. 91	85-56	55	14	4. 56	14. 0	
	Liverpool	1827	0. 91	100-60	55	15	4. 56	17,0.24,8	
	Manchester e Bolton	—	»	97-75	59	15	4. 72	24. 8	in costruz.
	Wigan	1830	»	64	55	12	»	15. 4	
	Newcastle e Carlisle	1829	»	110	59	13	»	20. 9	
	Portage } Stati Uniti	1833	»	»	»	»	»	19. 7	
	Camden } Stati Uniti	1834	»	84	54	13	4. 88	19. 4	
	Festiniog	—	»	55	41	7	»	7. 9	di poca importanza
3	*Ruotaje di ghisa*								
	Andrezieux	1828	1. 14	140-70	50	20	1. 20	21. 7	
	Darlington ed Hetton.	1821	1. 15	145-80	55	13	1. 20	22. 0	
	Newcastle.	1829	1. 15	»	40	»	1. 22	20. 8	
	Middleton presso Leeds	1758	0. 92	120. 90	51	19	0. 92	19. 8	

§. 11. Le ruotaje ordinarie di ghisa si fondono come i pezzi comuni col modello. Si è cercato invano di poterle formare colla pasta che sorte direttamente dagli alti fornelli fusori, e che si chiama pasta di prima fusione; riuscendone la ghisa troppo fragile per non essere sufficientemente purificata. Si deve dunque rifondere la ghisa di prima fusione in un secondo fornello, e la pasta che se ne trae, la quale dicesi ghisa di seconda fusione, si versa nella forma ricavata nell' arena ove fu modellata la figura della ruotaja.

§. 12. Le ruotaje di ferro si tirano con una coppia di cilindri guerniti di scanalature che presentano degli incavi della figura che devono assumere in opera. Quando le ruotaje sono prismatiche vale a dire che conservano per tutta la loro lunghezza una sezione uniforme, la loro tiratura non è più difficile di quella del ferro ordinario. I cilindri portano per cadauno cinque scanalature che sono disposte l'una in seguito all'altra e sono graduate in modo che la materia metallica prenda la ideata figura a poco a poco senza che le varie verghe che compongono il fascio da tirarsi si scompaginino o si lacerino; il che succederebbe facilmente ove il numero delle scanalature fosse insufficiente, poichè quando si leva dal forno il fascio arroventato per presentarlo al cilindro non ha più di 2 metri di lunghezza, e deve finire coll'allungarsi fino a 5, o 6 metri. Questa misura sorpassa è vero quella che abbiamo indicata per la lunghezza ordinaria delle ruotaje in opera, ma tale eccedenza non è senza ragione, poichè essendo le estremità delle spranghe meno uniformemente compresse risultano in generale difettose, e restando così sovrabbondanti circa 50 cent. per parte si è sicuri di poter avere dalla spranga una lunghezza sufficiente senza difetti. Levata dal tiratojo la spranga viene portata in una specie di solco cavato nella ghisa dove si stende e si applica in tutte le sue parti a gran colpi con mazze di legno, la qual'operazione ha per iscopo di raddrizzarla il meglio possibile e di impedire che si curvi troppo fortemente raffreddandosi. Raffreddata che sia la si presenta ad una di quelle forti cesoje che servono a troncare le estremità dei ferri ordinarj, la quale s'arma d' una lama di acciaio fuso tagliata secondo la sezione stessa della ruotaja, perchè il taglio abbia a riuscire ben netto, per essere questa una condizione importantissima, affinchè l'addattamento delle spranghe in quadro, come si dispongono ordinariamente nelle strade ferrate, abbia a riuscire esatto (1).

(1) Il metodo descritto dall' Autore per tirare le spranghe, il quale può essere applicato a moltissimi lavori di ferro con immenso vantaggio per la perfezione loro, è ancora poco usato nelle nostre officine, ove comunemente si tirano i ferramenti che si

§. 13. Quando si vuole che la forma delle spranghe riesca ondulata l'operazione diventa assai più difficile, poichè le scanalature dei cilindri devono presentare nell'incavo la forma della sezione variabile della spranga compresa fra due dadi consecutivi. In generale nelle fucine inglesi le tre prima scanalature che non devono servire che a sgrossare la spranga hanno una sezione uniforme, le due ultime sole sono intagliate con una profondità variabile. Si richiede molta abilità nel girare i cilindri, ma soprattutto nel dirigere la tiratura perchè è necessario che la materia metallica si distribuisca uniformemente nelle scanalature, e questa ripartizione può riuscir spesso ineguale se il ferro non ha una conveniente temperatura, e se il fascio di spranghe che si vuol tirare non è perfettamente saldato. La difficoltà d'esecuzione di queste spranghe ondulate unita al poco vantaggio della forma ha indotto, come abbiam detto, gli imprenditori di queste strade in Francia ad impiegare delle ruotaje di sezione uniforme, e l'esperienza ha provato che resistono sì bene come le altre (1).

§. 14. Abbiam detto più sopra che il peso di un metro di ruotaje di ferro è di 13 chil., mentre quello d'un metro di ruotaje di ghisa è di 27 a 28 chil. Le ruotaje di ferro costano nelle fucine francesi circa 35 fr. ogni 100 chil. (2) e quelle di ghisa hanno lo stesso prezzo almeno, on-

adoperano nelle costruzioni col mezzo del maglio, che lascia d'ordinario l'impronta dei colpi e favorisce gli sfilamenti del ferro, nè può mai fornire che una manifattura rozza ed imperfetta nelle grossezze. Dicesi poi laminato il ferro lavorato col processo descritto per essere simile a quello che si usa per la formazione delle lamiere. Forse sarebbe più proprio il termine di trafilato.

(1) Noteremo inoltre che per la natura del ferro laminato, essendo egli filamentoso, perchè succeda cedimento nel mezzo della tratta compresa fra una coppia di pulvini bisogna che i fili si strappino od almeno si allunghino in tre siti, vale a dire nella parte inferiore del punto di mezzo, e nella parte superiore de'due appoggi. Ora l'ostacolo posto da questi due ultimi limitati nella loro sezione se è scemato in ragione della robustezza maggiore data alla parte di mezzo, le cose pareggiano naturalmente aumentando quelli e diminuendo questa con grande facilitazione di lavoro e quindi con risparmio di spesa, senza maggior consumo di materia. — Finalmente tutti questi raziocini valerebbero qualora le spranghe appoggiassero liberamente sui pulvini, ma siccome vi sono stretti per una certa lunghezza, ed alcune volte vi sono legati con caviglie, la quistione cambia d'aspetto. Altre circostanze concorrono a far anteporre le spranghe rettilinee o prismatiche alle ondulate, quantunque gli esperimenti fatti diano per quest'ultime un risultato di qualche maggior resistenza a pari peso, e sono la facilità di collocare gli appoggi a distanze anche ineguali, e l'ostacolo che spesso oppongono le parti panciute (le quali qualche volta toccano il terreno) allo scolo dell'acqua ed allo sgombro della carreggiata dalla neve e dal fango.

(2) I nostri ferri non costano meno di 60 fr. ogni 100 chil. stante l'alto prezzo della

d'è che un metro lineare di ruotaje in ferro vale 4 fr. circa mentre in ghisa vale più di 9 fr. (1).

§. 15. A questa notabile economia fu opposto il timore che la ruggine e l'uso non deteriorassero più prontamente le ruotaje di ferro che quelle di ghisa; ma questa asserzione non è ancora dimostrata. Quanto all'effetto della ruggine è quasi insensibile sopra di una strada ferrata, anzi si fece una curiosa osservazione in proposito, ed è che essa non penetra più di ½ millimetro nelle spranghe soggette all'azione delle ruote che vi passano sopra continuamente.

§. 16. Quanto al deterioramento cagionato dall'uso è ad osservarsi che le spranghe di ferro non si spezzano quasi mai, a meno che il ferro non sia molto crudo. La ghisa al contrario è molto soggetta a frangersi soprattutto nelle gelate jemali. Non è infine a passarsi sotto silenzio che le ruotaje di ferro logorate si possono ancora vendere come ferro rotto a 20, o 21 fr. per chil., mentre la ghisa spezzata non serve che come miniera e non può esitarsi ai fonditori che a 16, o 17 fr. per ogni quintale metrico.

§. 17. I pulvini di ghisa che portano le spranghe presentano in incavo la forma delle ruotaje in rilievo. La fig. 6 rappresenta la sezione di uno dei pulvini usati ordinariamente per le ruotaje di ghisa. Esse vi si introducono facendole scorrere lateralmente e, come dissimo più sopra, vi sono affrancate per mezzo di una caviglietta trasversale che passa il pulvino e le due spranghe in opera.

§. 18. La fig. 7 presenta la sezione di un pulvino con una ruotaja di ferro della forma di quelle descritte più sopra. Questi pulvini hanno generalmente 22 cent. di lunghezza sopra 6 di larghezza (fig. 10). L'incavo che offrono serve a ritenere il risalto inferiore della ruotaja, mentre il cuneo di legno spinto tra la parte opposta della spranga e la guancia del pulvino è rattenuto da un piccolo sporto nella ghisa di una mezza linea. A questo modo la ruotaja si trova solidamente assicurata al suo posto sino a che il cuneo di legno non infracidisca: allora prende un movimento sensibile nel suo appoggio. Per rimediare a questo inconveniente si usano in Inghilterra dei cunei di ferro a luogo di quei di legno (fig. 8), ma questi hanno lo svantaggio di non serrare sì strettamente le ruotaje come gli altri permettendovi sempre qualche oscillazione. In generale è da notarsi che la gran difficoltà dell'affrancamento delle ruotaje nei pulvini dipende

mano d'opera e del combustibile, vale a dire poco meno del doppio che non in Francia ed il triplo del costo in Inghilterra dove il ferro valutasi 22 fr. ogni 100 chil. Il ferro Inglese in Italia, astrazion fatte alle imposte daziarie, costerebbe dai fr. 30. ai fr. 35.

(1) Portato il peso delle ruotaje di ferro almeno a 20 chil. il loro costo sale a fr. 7, 30.

soprattutto da quella di ben congiungere insieme le estremità di due spranghe successive, perchè ogni spranga curvandosi nel mezzo sotto il peso dei carri, tende a rialzare i capi, e se l'un d'essi non è ben serrato dal cuneo s'alza al di sopra dell'altro, e produce una scossa nel passaggio dei carri. Quindi nei luoghi di queste unioni si impiegano dei pulvini più larghi 2 cent. almeno, di quelli che servono per le parti intermedie d'ogni spranga. Quando le ruotaje sono poste sopra una parte di strada in pendìo hanno una tendenza a sbrisciare lungo i pulvini nella direzione della discesa per l'effetto delle scosse che ricevono. Allora si fora un buco laterale a ciascun bordo del pulvino di congiunzione come ad una delle spranghe che vi sono appoggiate, e col mezzo di una caviglietta di ferro attraversante si impedisce alla ruotaja di scappar fuori dallo stesso. Quest'ultimo metodo riunisce evidentemente i due sistemi di affrancamento nei pulvini col mezzo delle caviglietta e colla pressione laterale (1). Nella strada di Manchester si tagliarono a mezzo i capi delle spranghe affine di sovrapporre l'uno all'altro come in quelle di ghisa. Questo metodo è eccellente per la solidità della strada, e non ha altro inconveniente che quello di aumentare il numero delle spranghe necessarie per una data lunghezza.

§. 19. I pulvini sono di ferro fuso e si fabbricano facilissimamente perchè se ne possono gittare quattro per volta in uno stesso telajo di fusione. Perciò non costano che dai 35 ai 40 fr. per ogni 100 chil., ed ogni pulvino pesando 5 chil. costa all'incirca un franco (2). Non hanno è vero

(1) Sulla strada di Lione che, per avere molte tratte in pendio e perchè la massima parte dei trasporti si fa nella direzione della discesa, andava soggetta in sensibile grado a questo inconveniente, e tanto che spesso i capi delle spranghe sortivano dai pulvini, si addottò il sistema di dare al letto dei pulvini che stanno alle giunture delle spranghe un piccolo risalto da cui è rattenuto il capo delle stesse a tal uopo intagliato (fig. 34.) Ma in questo sistema la ruotaja resta rattenuta da un solo pulvino sopra cinque, e la stabilità dell'assieme è affidata alla resistenza dei soli dadi che corrispondono alle giunture. L'esperienza deciderà dell'effetto.

(2) Anche l'esposto peso dei pulvini alla prova dell'esperienza fu trovato troppo debole. Quegli usati nelle strade Americane che si possono avere per un medio di stabilità pesano dai chil. 4. 3 ai chil. 7. 65, i proposti per le strade di Bochnia 7. 28; e quelli ultimamente sostituiti nella strada di Liverpool pesano fin chil. 9. — Perchè poi avessero a resistere meglio agli urti cui il rapido passaggio de' convogli li sottopone e che tendono a spezzarli pel contrasto che vi oppongono i dadi sui quali appoggiano, poco elastici per la materia onde sono formati, e la natura stessa della ghisa facile ad infrangersi, si è in questi ultimi tempi addottato il metodo di porre un letto di feltro incatramato (strada da Leeds a Selby) o di asse (Roanne) tra i pulvini ed il dado il quale ammorzasse le percosse e scemasse la rigidezza del sistema e nel tempo stesso rendesse

una durata molto grande per una strada un po' frequentata, ma i loro spezzami si possono rivendere a 16 fr. ogni 100 chil. e d' altronde sarebbe troppo dispendio il farli di ferro battuto.

§. 20. I due fori che hanno nella base a ciascun lato servono per ricevere delle caviglie di rovere che entrano a forte compressione in buchi corrispondentemente praticati nei dadi di pietra o nelle traverse di legno. (fig. 10).

§. 21. In generale i dadi hanno almeno un piede quadrato (m. 0,065) di superficie sopra sette o otto pollici (m. 0,17 a m. 0,20) d' altezza. Questa larghezza di superficie è necessaria per assettare perfettamente la ruotaja sul terreno, ma il dado non deve essere troppo alto, cubico per esempio, perchè allora la più piccola forza laterale esercitata contro la ruotaja dal moto dei carri rovescierebbe facilissimamente questo masso mal fermo e facile a girare sulla sua base. Come i pulvini, così anche i dadi posti alla giuntura delle spranghe hanno una superficie più larga che non quelli situati ai punti intermedi; generalmente parlando è dessa almeno di due piedi quadrati (m. 0,129). I dadi sono grossolanamente squadrati ai loro lati, la sola faccia superiore dimanda maggior cura perchè vi possa comodamente essere adagiato il pulvino. Il perforamento dei buchi destinati a ricevere le caviglie di legno si eseguisce col trapano ordinario. Questi buchi hanno almeno tre pollici (m. 0,075), di profondità e devono essere più dritti che sia possibile perchè il pulvino non sussulti. Un dado così forato costa 75 cent. circa preso alla cava (1). Onde con-

più dolce e comodo il correre de' carri; eliminate quasi del tutto quelle piccole scosse che sono conseguenza della ineguaglianza di flessibilità e di cedimento delle ruotaje sotto il carico. Ciò contribuì pure ad aumentare l'azione della macchina a motivo della più continua aderenza delle ruote alle ruotaje la quale per le leggi dell'attritto è quella che utilizza la forza e produce il moto.

(1) Nel Regno Lombardo-Veneto ed in generale nell'Italia dove è abbondanza di pietre dure eccellenti per questo oggetto, il valore dei dadi deve sicuramente risultar minore che non in Francia. Avvertiremo però che anche le accennate dimensioni sono troppo tenui per la sicurezza della strada, potendo essi facilmente dalla pressione dei carri essere spostati ed anche rovesciati. Questo diffetto fu veduto da tutti i più abili costruttori delle strade ferrate aperte posteriormente, e le dimensioni furono generalmente raddoppiate. Ciò se da una parte deve aumentare il costo primitivo delle strade deve concorrere eminentemente alla loro durata e sicurezza, e diminuire per conseguenza le spese di manutenzione ed i pericoli di rovesciamento. In fatti una maggior superficie di appoggio accresce naturalmente la stabilità suddividendone la pressione sul terreno, ed una maggior massa vi contribuisce per inerzia. Oltre di ciò tratto tratto soglionsi porre dei dadi più grandi attraversanti la strada e portanti due pulvini uno per ogni linea di ruotaja. Questi dadi che diconsi *normali* servono a mantenere il paralellissimo delle spranghe e la larghezza primitiva della strada, e a dare robustezzà e legamento al sistema.

solidare le caviglie di rovere nel buco del dado vi si conficca spesso un grosso chiodo di ferro dopo di averle ben serrate, ma tanto esse quanto i cunei vogliono essere cambiati molto spesso, il che reca però poca spesa, giacchè il loro prezzo è tenuissimo (1).

(1) Il modo con cui le spranghe sono assicurate ai pulvini ora descritto e quello con cui i pulvini stessi sono affrancati ai dadi presentano alcune imperfezioni di costruzione che non persuadono totalmente della loro solidità. I cunei che lateralmente si infiggono onde serrare la ruotaja nella scanalatura del pulvino o sono di legno e vanno facilmente soggetti alla putrefazione, o sono di ferro e pel tremolio prodotto dal moto dei carri nella direzione alcune volte inversa a quella con cui agiscono non possono star saldi per molto tempo, per cui la ruotaja restar deve bene spesso abbandonata a sè stessa ed oscillante: di più dovendo i cunei essere spinti a colpi di mazza spezzano sovente i pulvini facili per la natura della materia ad infrangersi. Le caviglie di legno poi che uniscono il pulvino al dado, e devono risultare sempre deboli per resistere agli urti ed alla continua forza di pressione laterale delle ruote, e nell'essiccare possono perdere ogni loro azione pel naturale restringimento: il che fu notato da chi ebbe occasione di studiare queste costruizoni. Da ultimo quali difficoltà non devonsi presentare nel trapanamento dei fori ne' dadi perchè riescano ritti e di uniforme sezione onde le caviglie di legno spintevi a forza abbiano ad opporre un eguale resistenza di elaterio per tutta la loro lunghezza, difficoltà che sarebbe aumentata dalla durezza della pietra che si vuole adoperare quale sarebbe fra noi il granito?

Queste considerazioni indussero il chiarissimo sig. Ingegnere Filippo Ferranti f. f. di Direttore Generale delle Pubbliche Costruzioni di Lombardia a fare degli studj in proposito che pubblicò in una sua dotta memoria inserita nel tomo CLXXXV della Biblioteca Italiana che stampasi in Milano, e che non sarà fuori di proposito il qui brevemente riportare, anche a far prova che questi studi non sono affatto trascurati nel nostro paese.

Propone egli a luogo dei pulvini il congegno espresso nella fig. 35 tav. III; coi ama di chiamare morsa. Ivi

a indica una lastra che forma base alla morsa
b uno strato di feltro incatramato
c un pezzo di ferro di sezione trapezia che egli chiama regolo
dd due fianchi con fori per le chiavarde del diametro di mil. 17
e legno che tiene disgiunti detti fianchi
ff binario di branche con fori del diametro di mil. 15 per infilarle nella chiavarda
g chiavarda con testa quadrata e fusto del diametro di mil. 13
h galletto ottangolaro alla vite della chiavarda
ii due scheggie di legno per impedire ogni movimento trasversale delle morse
l ruotaja di ferro laminato.

Tutti questi pezzi, tranne i distinti superiormente, sono di ghisa. I pezzi *a*, *c*, *d* sono lunghi cent. 12 nelle morse intermedie che hanno una sola chiavarda, e cent. 18 in quelle che uniscono due capi di ruotaja che ne hanno due. Le branche sono sempre larghe cent. 7.

Ognuno vede quanto il proposto sistema soddisfi alla condizione di stabilità, poichè la ruotaja racchiusa dalle branche e serrata a vite dalla chiavarda, indipendente da zeppe

§. 22. Quando il fondo della strada è convenientemente preparato, e che si tratta di porre al posto le ruotaje, si comincia a scavare due fossi della larghezza dei dadi secondo la linea che deve occupare ciascun ordine di spranghe dalle due parti della strada. In Inghilterra la larghezza della carreggiata è generalmente di 6 pollici inglesi corrispondenti a metri 1,50, e questa è pure la larghezza adottata in Francia per le strade ferrate fin qui costrutte (1).

di legno o di ferro non mai del tutto sicure, non solo può restar difficilmente abbandonata a sè, ma non può concepire alcun movimento nè obbliquo che tenda ad alterare l' allineamento della via, nè sussultuario che arrechi danno ed incomodo al corso dei carri. Ma la condizione di semplicità e di economia è ella raggiunta? Evvi chi ne dubita ponendo mente al numero dei pezzi di cui è composta ogni morsa. Resta quindi a bilanciare se il pregio accennato, che è veramente grande, superi di tanto l'esposto dubbio d' inconveniente da farne preferire l' adozione. Questo potrà decidere l' esperienza senza il cui suggello convien diffidare de' più bei trovati dell' ingegno umano.

(1) Ecco le distanze tra centro e centro delle ruotaje delle principali strade ferrate

Leeds a Middleton	m. 1. 31
Sunderland	» 1. 40
Redruth	» 1. 21
Darlington a Stockton	» 1. 48
Liverpool a Manchester	» 1. 48
Cantorbury a Wistestable	» 1. 52
Leeds e Selby	» 1. 49

I bill più recenti relativi alle strade d' Inghilterra prescrivono la distanza delle ruotaje

per l' interno almeno	m. 1. 42
per l' esterno al più	» 1. 55
S. Stefano ad Andrezieux	» 1. 49
Lione a Roanne	» 1. 50
Epinac	» 1. 52
Denain	» 1. 50
Norimberga a Fürth	» 1. 58

Sulla nuovissima strada da Zarco-Celo a Pietroburgo costrutta nello scorso anno e compita nel presente dal celebre Cav. Gerstner che fino dal 1826 tracciò pur quella da Budweis a Linz, la distanza fra le ruotaje fu portata a sei piedi inglesi, ossia a m. 1. 83. Con questa modificazione egli ottenne i seguenti rilevantissimi vantaggi:

1.° Potè dare una maggior base ai carri e renderli più atti al trasporto di voluminose merci come sarebbero lane, cotone, legna, paglia e fieno senza pericolo di rovesciamento per effetto di fortissimi venti e della forza centrifuga nelle grandi velocità sulle curve.

2.° Potè aumentare la capacità e quindi la potenza delle macchine locomotrici senza rialzarne di tanto il centro di gravità da renderle traballanti e mal sicure nel corso.

3. Potè ingrandirne le ruote impellenti e diminuire il logoramento della macchina prodotto specialmente dal rapidissimo girare delle stesse le quali col diametro di 5 piedi inglesi (m. 1. 52), che non si può oltrepassare nelle strade di minor larghezza, devono fare 168 rivoluzioni per minuto onde percorrere 48 chilom. l'ora.

§. 23. Scavati, ripuliti e disposti sotto il voluto livello questi fossatelli che distano dall'asse della carreggiata circa m. 0,75 vi si trasportano i dadi muniti dei rispettivi pulvini, e vi si collocano discosti fra di loro di 91, o 76 cent., come abbiam detto più sopra, ovvero a quella qualunque distanza che verrà adottata (1). Posta così a luogo una ventina di dadi ad un tratto lungo la linea retta o curva che deve essere seguita dalla strada si adattano in via provvisoria le spranghe nei pulvini; e come sempre riscontransi delle ineguaglianze nella profondità del fosso o nell'altezza dei dadi si correggono col mezzo di tre paline di legno simili a quelle dei selciatori, due delle quali si collocano sopra dadi già posti invariabilmente a luogo, oppure sopra dei picchetti appositamente livellati, e l'altra si fa scorrere sulle due spranghe non ancor fisse le più prossime a questi picchetti. A seconda che i dadi di queste spranghe sono troppo bassi o troppo alti o vi si caccia sotto della terra o s'approfondano col mezzo di mazzapicchio di legno. Quando è determinata l'altezza di queste due

4.° Potè scemare la resistenza dell'attritto coll'ingrandire il diametro delle ruote conservando quello delle sale, del che ne vedremo la ragione nel capitolo seguente.

L'effetto nelle fatte esperienze corrispose pienamente all'aspettativa.

Allorchè poi a motivo dell'attività del commercio si costituiscono due binari di ruotaje, la distanza da lasciarsi fra gli assi d'ogni carreggiata viene determinata e dalla larghezza delle vetture e dal volume delle merci che percorrono la strada. Eccone le principali

Darlington e Stokton	m. 1. 26
Liverpool e Manchester	» 1. 66
Leeds e Selby	» 1. 98
Sunderland	» 1. 12
Lione a Roanne	» 1. 00
Epinac	» 1. 00

(1) Sulla strada di Liverpool si è usato il seguente artificio per lo stipamento del terreno e l'alluogamento dei dadi, che riportiamo per la sua semplicità e pel buon esito che ebbe. Gittato nei fossatelli un conveniente strato di ghiaja o breccia spezzata, i dadi venivano collocati al posto mediante un cavalletto portatile composto di tre aste di legno legate alla estremità superiore a guisa di un tre-piedi. La corda che riuniva le tre aste portava un braccio di leva lungo dai tre ai quattro metri, dall'una estremità di cui si abbandonava col mezzo d'una catena il dado abbrancandone il pulvino che preventivamente v'era stato saldato ne' modi sopra descritti, e dall'altra si facevano scendere tre o quattro funi a guisa di quelle di un battipalo. A questo modo alzato il dado col tirare le funi al capo più lungo della leva lo si lasciava cadere più volte da una piccola altezza, ed esso col suo peso di circa 300 chil. andava stringendo e assolidando il terreno sul quale doveva essere addattato. Questo sistema sarebbe eccellente quando non presentasse il dubbio che si possano strappare i pulvini dal dado. Forse vi si potrebbe con maggior vantaggio sostituire altro peso a guisa di un mazzappicchio comune col quale battere il terreno su cui verrebbero collocati in seguito con diligenza i dadi.

spranghe si trasportano sovr'esse le due prime paline facendo passare la terza sulle spranghe più lontane, e così quando questa operazione sia fatta con diligenza si assicurano le spranghe ne'pulvini conficcandovi i cunei, e si circondano i dadi di pietrame o della terra estratta dal fossatello battendola fortemente col mazzapicchio onde stiparla.

§. 24. Queste precauzioni sono indispensabili per la formazione di una linea solida, nè si saprebbe abbastanza valutare la loro importanza, perchè la resistenza alla trazione può essere raddoppiata dall'imperfetto collocamento delle ruotaje. Quando si impiegano delle traverse per sostegno dei pulvini (il che non ha luogo che per le strade provvisorie), si dispongono normalmente all'asse della via in un solco scavato a bella posta, e si livellano simultaneamente le spranghe delle due ruotaje. Praticasi pure questo metodo quando si è costretti a disporre i dadi sopra terreni recentemente smossi e che non ebbero il tempo di costiparsi, nel qual caso si pongono delle traverse che uniscono le due linee di ruotaje ed impediscono ogni loro deviazione. Finalmente noterò che nella posizione in opera delle ruotaje di ferro laminato si lascia un intervallo di due millimetri circa fra le teste di due spranghe consecutive, onde nei grandi calori possano dilatarsi liberamente in tutta la loro lunghezza, il qual intervallo sembra sufficiente per le variazioni di temperatura nel nostro paese. Ciò si può verificare osservando che la dilatazione del ferro è di millimetri 0,0122 per grado: per 50 gradi di variazione l'allungamento di un metro sarebbe di mill. 0,610, e le spranghe essendo lunghe 15 piedi inglesi pari a metri 4,60 si allungherebbero millimetri 2,180. Se la spranga fosse più lunga e misurasse per esempio cinque metri, bisognerebbe lasciare uno spazio un po' maggiore. Senza di questa precauzione le spranghe allungate per l'effetto della temperatura si curverebbero con una forza irresistibile, e quelle ruotaje collocate d'inverno colla massima precisione non sarebbero più riconoscibili fra sei mesi, giacchè il calore della stagione avrebbe alterato tutto l'allineamento. Le spranghe di ferro fuso essendo più corte c'è sempre sufficiente spazio fra le loro giunture perchè basti all'allungamento prodotto dalla causa ora accennata (1).

(1) Fu proposta la questione se conveniva far corrispondere le giunture d'ambe le linee di spranghe costituenti la strada l'una di contro all'altra, oppure alternarle in modo che le giunture delle spranghe d'una linea capitassero di contro la mezzaria delle spranghe dell'altra. Pare che da principio sulla strada di Liverpool si fosse addottato quest'ultimo sistema, il quale nelle consecutive riparazioni e rinnovazioni si è andato abbandonando. Sulle vie di Lione, di Norimberga ec. le giunture stanno di faccia l'una all'altra. Col primo sistema una sola ruota per volta può trovarsi sopra una giuntura, nel se-

§. 25. Al sortir dalla fucina le ruotaje di ferro presentano sempre una certa curvatura dipendente dall' ineguaglianza del loro raffreddamento sulla loro lunghezza, la qual curvatura riescendo troppo sensibile esige che le spranghe sieno esattamente raddrizzate prima d'esser poste in opera. Il raddrizzamento si eseguisce a freddo sopra una piccola incudine portatile di cui sono forniti gli operai che pongono in opera le ruotaje, e si fa da tre persone due delle quali tengono la spranga e ne presentano successivamente tutte le parti sulla incudine, mentre la terza le batte con una mazza di ferro. Tre uomini possono raddrizzare da 30 a 40 spranghe per giorno, ed essendo la loro mercede giornaliera di 40 soldi circa, il raddrizzamento viene a costare da 15 a 20 centesimi per ogni spranga.

§. 26. Abbiam veduto che le spranghe di ferro hanno ad un lato un orletto che si incastra in un incavo appositamente praticato nei pulvini mentre fra l'altro lato e la guancia del pulvino si conficcano dei cunei che assicurano la ruotaja (fig. 7). Quando si collocano le ruotaje si può dimandare se sia meglio porre l'orletto di dentro o di fuori della strada. Per esaminare questa quistione bisogna richiamarsi a mente che la pressione che si esercita dall' orecchio della ruota nel movimento dei furgoni sulla parte superiore della spranga agisce sempre dal di dentro all' infuori e tende in questo modo a rovesciarla all' esterno. Se dunque si porrà quest'orletto al di dentro, sarà esso forzato a comprimere fortemente contro la parte superiore del pulvino, e tenderà quindi a spezzarlo; che se all' invece lo si porrà al di fuori il cuneo disposto più vicino alla superficie superiore della spranga la sosterrà meglio contro del rovesciamento, e dall' altro lato la spranga s' appoggierà contro la parte superiore del pulvino. Sembra perciò più conveniente il porre l' orletto al di fuori della strada ed il cuneo al di dentro. In tutti i casi, siccome le spranghe si sciupano principalmente nella parte della loro superficie esposta allo sfregamento dell'orecchio della ruota, conviene rivoltarle quando questa parte è consumata e sottoporre allo sfregamento l' altra parte ancora intatta, di modo che si viene ad impiegare l' uno e l' altro dei metodi di posizione ora indicati (1).

condo se ne devon trovare due contemporaneamente. Sembra quindi preferibile il primo; ma quando si riflette al moto ondulatorio che possono prendere i furgoni, il quale deteriora potentemente le strade guastando il paralellismo delle ruotaje, ed alla facilità di mantenerlo mettendo le giunture dirimpetto l'una all' altra col mezzo di traverse tratto tratto che sostengano due pulvini, ed abbraccino ad un tempo quattro spranghe, bisogna dar la palma all'altro sistema.

(1) Le spranghe adottate nella strada di Brussella di cui ne porgiamo un esemplare nella fig. 36. tav. III, oltre il vantaggio di avere una larga superficie superiore

§. 27. Oltre il sistema di ruotaje che abbiam descritto e che si chiama col nome di *edge-rail* (ruotaje in rilievo) usasi in Inghilterra un altro sistema conosciuto col nome di *plate-rail* (ruotaje piane). In quest' ultimo sistema l' orecchia che deve impedire alla ruota del carro di sortir di via trovasi posta al bordo delle spranghe in luogo di trovarsi alla circonferenza della ruota, come vedesi espresso nelle figure 5 e 9. La circonferenza della ruota essendo piana ne consegue che questa specie di ruotaje possono ricevere qualunque genere di vetture analoghe a quelle che percorrono le strade ordinarie, e parrebbe da ciò a primo colpo d'occhio che essa fosse suscettibile d' una applicazione assai più generale di quella delle ruotaje rilevate per cui si richiedono delle ruote di una forma speciale. Ma bisogna riflettere che il primo vantaggio d' una strada ferrata è quello di presentare una superficie perfettamente liscia all' azione di una ruota egualmente senza scabrosità, e per conseguenza non conviene impiegare delle ruotaje piane per farvi scorrere le vetture ordinarie rozzamente ferrate e guernite di grossi chiodi che produrrebbero inoltre uno sfregamento sensibile e le deteriorerebbero rapidamente. Il sistema delle ruotaje piane sembra, è vero, porgere dell' economia su quello delle ruotaje in rilievo, perchè a motivo della loro figura piatta possono facilmente assicurarsi a dei panconi col mezzo di grosse viti di legno: ma la loro forma piana le espone ad essere ricoperte di fango e di polvere opponendo così una nuova resistenza alla forza traente e distruggendo totalmente il vantaggio delle strade ferrate. Per diminuire questo inconveniente si pensò d' impiegare su queste ruotaje delle ruote sommamente strette che, presentando minori punti di contatto, restavano meno esposte a coprirsi del fango e delle altre materie estranee sparse alla superficie, ma queste ruote solcando rapidamente le spranghe producevano un nuovo attrito assai sensibile.

onde possono resistere molto maggior tempo all' azione corrodente delle ruote, hanno quello di non presentare alcun orletto laterale, ma portano all' invece un piccolo incavo per parte a cui ne corrispondono altri nel pulvino. Quando la spranga sia in opera i due incavi formano un foro entro cui si spingono due verghe di ferro l' una in senso opposto all' altra le quali stringono le spranghe al pulvino non permettendogli oscillazione veruna. Così con tutta facilità senza moovere i pulvini si può mutar lato alle spranghe quando sieno corrose dallo sfregamento da una parte. Anche nelle tratte della strada di Liverpool, che si vanno rinnovando, le ruotaje non hanno che un piccolissimo risalto, ne' pulvini non v' è praticata per esso alcuna corrispondente incavatura, e sono assicurate con due lunghe aste di ghisa pure l' una in direzione opposta all' altra spinte a forza di mazza l' una per parte in apposite scanalature praticate nelle guancie del pulvino. Queste aste hanno una piccola piegatura alla estremità onde poterle abbracciare e levare con facilità all' occorrenza.

§. 28. Questa specie di strade fu usitata per lungo tempo nel paese di Galles, ed ora a poco poco va disparendo per dar luogo al sistema delle spranghe a risalto. Si pensò anche ad applicarle ai cunicoli delle miniere dove il fondo è sufficientemente sodo per ricever le spranghe senza intermediario: però le prove fatte e che si stan tuttora facendo mostrano che l'economia della prima formazione e la facilità di fare e disfare questa specie di strade sono bilanciate ad usura dalla resistenza prodotta dal fango che vi si depone e dal rapido consumo del materiale sotto l'azione delle ruote sottili di ghisa che agiscono come un coltello tagliente. Così al giorno d'oggi quando si voglia pensare ad una strada ferrata di qualche importanza convien limitarsi al sistema delle ruotaje in rilievo, che, elevate di qualche pollice al di sopra del suolo, e non offrendo nella loro parte superiore che cinque centimetri di superficie, sono tenute molto più facilmente in quello stato di pulitezza che è indispensabile ad una strada di questo genere. Richiamerò dunque l'attenzione del lettore soltanto sui dettagli di questo sistema generalmente adottato.

§. 29. Esaminiamo ora se la forza e la natura dei diversi elementi che compongono queste strade non debba variare a norma del prezzo del ferro, della ghisa ed anche delle pietre nelle differenti località. Le dimensioni date per la sezione delle ruotaje di ferro sono conformi a quelle che furono adottate prima d'ora in Inghilterra; ma furono riconosciute troppo deboli per le grandi velocità della strada da Liverpool a Manchester, dove i viaggiatori sono trasportati con una rapidità di 7 ad 8 leghe all'ora. Su questa strada furono impiegate delle ruotaje che pesavano oltre 20 chil. per metro, e questo aumento di peso era conveniente in Inghilterra, dove le fucine lo forniscono per 20 franchi ogni 100 chil. Ma in Francia, dove il ferro è più caro, per una strada destinata a velocità analoghe a quelle di Manchester sarebbe infinitamente più economico l'aumentare il numero dei dadi, con che si verrebbe ad ottenere la stessa solidità.

§. 30. Questa riflessione mi conduce a dir qualche parola sui differenti sistemi di costruzione di strade ferrate che si possono proporre come più economici del sistema inglese. Il meno dispendioso come costruzione consiste nell'impiegare dei correntini di rovere rivestiti di lamine di ferro d'un centimetro di spessore e riuniti fra loro per mezzo di traverse normali alla direzione della strada; e soggiungerò pure che il legno essendo più elastico della pietra presenterebbe il vantaggio d'essere estremamente comodo pei viaggiatori. Ma se questa strada fosse tormentata da un trasporto assai attivo non potrebbe durare che pochissimo tempo, perchè il rovere che ne formerebbe la base, essendo imperfettamente ricoperto

5

di terra, si troverebbe esposto a tutte le alternative di secchezza e d'umidità e s'infracidirebbe presto. Le lamine di ferro inoltre affrancate con delle viti nel legno si staccano molto facilmente, e in capo a poco tempo la strada dovrebbe essere intieramente ripristinata per poco che i trasporti vi fossero eseguiti con qualche velocità. Si fecero alcuni saggi di questo genere pel servizio delle fucine e delle miniere, ma sarebbe impossibile l'applicazione di questo sistema in una grande scala (1).

§. 51. Ne' paesi in cui la pietra da taglio di grandi dimensioni fosse a buon mercato si potrebbero porre su delle lastre lunghe un metro e mezzo delle spranghe di ferro battuto grosse tre centimetri, che vi si fermerebbero con delle viti di ferro entranti in caviglie di legno affrancate alle lastre come nei dadi ordinarj. Per dare all'assieme una grande stabilità si avrebbe cura di far coincidere il capo delle spranghe colla mezzeria delle lastre, e le spranghe si lascerebbero rilevare per due centimetri almeno, onde l'orlo della ruota non fregasse contro la pietra. Questo sistema avrebbe una grande solidità, ma esige delle lunghe pietre che sarebbe difficile di rinvenire. Alle miniere di Alais il signor Brard aveva provato un altro sistema un po' diverso, e consisteva nel porre, in coltello in un solco incavato in lunghe pietre delle spranghe di ferro di due centimetri ritenute ai lati da piccolissimi cunei di ferro. Ma da ciò che abbiam veduto queste spranghe disposte in coltello devono avere il grave inconveniente di incavare presto le ruote e di rovesciarsi facilmente per la spinta laterale delle stesse.

§. 52. Sembra che il sistema inglese delle spranghe in rilievo soddisfaccia con sufficiente economia alle condizioni necessarie per la conservazione delle ruote dei furgoni e per la solidità della strada. Qualora si rammenti solamente che bisogna aumentare il numero dei dadi quando vogliasi far uso di grandi velocità, le dimensioni delle spranghe da noi indicate saran sempre sufficienti (2).

(1) Questo sistema di costruzione usato nella strada da Budweis a Linz fu generalmente adottato negli Stati Uniti dell'America settentrionale, come quello che, stante l'abbondanza de'legnami e l'estrema penuria delle pietre, riusciva quivi assai economico. Il peso delle lamine di ferro varia dai 6 ai 4 chilogr. per metro lineare, e la sezione dei sottoposti correnti ritiensi in generale di cent. 15 per lato. Però quivi pure non si temette di incontrare enormi spese per l'uso de'dadi di pietra, trattandosi di strade molto frequentate.

(2) Il caso accennato da Biot in questo paragrafo, più ancora che non in Francia, si verifica da noi dove il prezzo del ferro in proporzione a quello delle pietre è altissimo comparativamente all'Inghilterra ed agli Stati Uniti. Una strada ferrata di sufficiente solidità ove si dovesse eseguire nei nostri paesi, astrazione fatta da tutte le altre circostanze e considerata la sola somministrazione delle ruotaje coi rispettivi dadi e pulvini, costerebbe al metro lineare come segue:

CAPITOLO SECONDO.

CARRI DESTINATI AI TRASPORTI SULLE STRADE FERRATE
OSSIA FURGONI.

§. 53. Benchè finora non siensi da noi descritti i mezzi impiegati per far uscire i carri da una strada ferrata o per farli entrare in un'altra, facilmente si concepisce non esser cosa tanto agevole il voltarli essendo rattenuti dall'orlo delle loro ruote sopra spranghe larghe cinque centimetri, fuor delle quali è impossibile il muoverli senza un aumento di forza motrice assai considerevole. Ne conseguita da ciò che i carri stessi devono essere costrutti in modo da poter essere indifferentemente mossi dal davanti all'indietro e vi-

Spranghe di ferro per le ruotaje — m. 2, in ragione di chil. 27 per metro
— chil. 54 a fr. 0. 60 . . . . fr. 32. 40
Dadi di granito di m. 0. 40 per m. 0. 30. alla superficie e grossi m. 0. 15, disposti
alla distanza di m. 0. 91 da centro a centro — N. 2 $^{2}/_{10}$ a fr. 2. — . » 4. 40
Pulvini — N. 2 $^{2}/_{10}$ del peso di chil. 7 cadauno, chil. 15. 4 a fr. 0. 50 » 7. 70

Totale fr. 44. 50

In Inghilterra simile somma ridurrebbesi a fr. 21.58. In fatti:
le spranghe a fr. 0. 20. darebbero . . . . fr. 10. 80
i dadi a fr. 3. 50 . . . . » 7. 70
i pulvini a fr. 0. 20 . . . . » 3. 08

Sommano fr. 21. 58

Ove i dadi si disponessero più vicini l'uno all'altro, per esempio di m. 0. 76 da centro a centro, per ottenere una stabilità eguale a quella della strada calcolata più sopra, il peso delle spranghe di ferro dovrebbe essere di chil. 23. 4 al metro, come ricavasi dalla formola retrocitata, fattevi le debite sostituzioni e trovato il peso proporzionale alle risultanti dimensioni. In questo caso il costo di un metro lineare di strada sarebbe di fr. 42. 17, giacchè
il ferro per le due ruotaje importerebbe chil. 46. 8, che a fr. 0. 62 stante la maggior mano d' opera in proporzione del peso darebbe . . . . fr. 29. 02
i dadi sarebbero N. 2. $^{63}/_{100}$ che in ragione di fr. 2 . . . . » 5. 26
i pulvini N. 2. $^{63}/_{100}$, a chil. 6 cadauno, chil. 15. 78 a fr. 0. 50 . . » 7. 89

Ritornano i fr. 42. 17

Si avrebbe quindi un risparmio di fr. 2. 33 al metro corrente, mentre in Inghilterra

ceversa; vale a dire, la loro parte anteriore e posteriore deve essere egualmente conformata. Inoltre conviene che questi carri non abbiano alcuno sterzo mobile come gli ordinarj, perchè forvierebbero troppo facilmente, ma bisogna che il porta-carico sia posto su due sale parallelle collegate assieme con un telajo abbastanza forte perchè le ruote non tendano a deviare al menomo ostacolo che incontrino. Infine la rotazione deve eseguirsi affatto verticalmente, giacchè ogni oscillamento che le ruote prendessero intorno alle sale tenderebbe a far uscire il carro dalla strada. Perciò le ruote devono essere fisse sulle sale, e le sale devono girare con esse a luogo d'esser stabili girando le sole ruote, come accade nelle vetture ordinarie. Queste considerazioni già ne lasciano intravedere che i furgoni devono provare una particolar resistenza quando si muovono sulle curve, perchè le loro sale devono restare sensibilmente parallele, e le due ruote fisse ad una stessa sala devono aver sempre ambedue la stessa velocità di rotazione.

§. 34. Stante l'accennata costruzione, le sale dovendo girare, sono munite di boccole di rame o di ghisa che servono di intermediarj fra le stesse ed il porta-carico, ed il cui effetto è quello di addolcire l'attrito esercitato contro le superficie delle sale dalla pressione del porta-carico e del ca-

simile costruzione avrebbe portato un aumento di spesa di fr. 1. 07, poichè sarebbe costata:

per le ruotaje chil. 46. 8 a fr. 0. 22.	fr. 10. 30
pei dadi a fr. 3. 50	» 9. 20
pei pulvini a fr. 0. 20	» 3. 15
In tutto	fr. 22. 65

Da ciò deducesi ad evidenza che nei nostri paesi conviene abbondare nel numero dei dadi e fare risparmio nelle dimensioni delle spranghe aumentando i sostegni, vale a dire impiegare il minor peso compatibile di ferro ravvicinando gli appoggi. Questa massima fu sentita vivamente da tutti che trattarono con viste giuste ed economiche questo argomento; ed il chiarissimo Ingegnere Ferranti nella memoria succitata propose a questo fine un sistema di ruotaje che appoggiassero continuamente ad un seguito di pulvini fra loro ravvicinati in modo da non lasciare che un decimetro di spazio fra l'uno e l'altro per lo scolo della carreggiata, e fossero sorrette per l'intermediario di travicelli della sezione di cent. 30 quadrati, i quali levassero il duro contatto del ferro colla pietra che toglie la flessibilità voluta dal sistema e rende facile nelle percosse lo spezzamento dell'uno e dell'altra. In tal modo egli riduce il peso della spranga a circa chil. 6 per metro.

Sicuramente questo modo semplice ed economico, che assicura alla strada una stabilità grandissima, sarebbe a preferirsi nei nostri paesi ai comunemente usati, qualora venga provato dal fatto che la elasticità del legno interposto tra la ruotaja ed il letto di granito sia sufficiente, nè apporti al sistema un aumento tale di rigidezza da recar danno alla velocità del corso ed alla quantità di forza motrice che può sviluppare una macchina.

rico. Nel suo contatto colla ruotaja la circonferenza delle ruote prova pure una resistenza particolare dovuta all' attrito prodotto dalla pressione a motivo della scabrosità della sua superficie e di quella della spranga di ferro. La quantità di resistenza prodotta da quest' ultima causa diventa sensibilissima per poco che la circonferenza delle ruote non presenti una superficie perfettamente levigata, o quand' è formata da materia troppo tenera che si lascia intaccare coll' uso. Questa specie di resistenza è assai diminuita dal metodo usato nella fabbricazione delle ruote impiegate sulle strade ferrate; ma esiste però sempre, e lo si concepirà facilmente, posciachè la ruota non gira che in virtù della resistenza che oppongono al suo movimento di traslazione le molecole della superficie sulla quale si muove. Quanto poi alla resistenza risultante dalla pressione del porta-carico sulle sale, la sua energia è più o meno modificata dalla forma delle boccole frapposte tra la sala ed il porta-carico, dai corpi grassi di cui si muniscono le boccole, infine dal rapporto delle dimensioni rispettive delle sale e della ruota. Darò qualche spiegazione onde meglio si vegga l' influenza di quest' ultima causa.

§. 35. Consideriamo (fig. 37) una ruota posta su di una strada ferrata orizzontale: chiamiamo R il suo raggio, r quello della sala fissa nella ruota, e c la porzione del porta-carico che appoggia in i sulla sala. Se si applica al carro una forza f per tirarlo in avanti, essa dovrà prima di tutto vincere la resistenza prodotta dall' attrito del carro stesso contro la sala; vinta la quale la sala girerà, e con essa girerà la ruota, ma in senso contrario alla direzione della resistenza prodotta dall' adesione delle molecole della circonferenza con quelle della ruotaja di ferro. L' effetto prodotto dalla trazione sarà dunque proporzionale alla forza f diminuita d'una quantità eguale al valore di queste due specie di resistenze, l'una alla sala, l' altra alla circonferenza delle ruote. Ora egli è chiaro che l'effetto prodotto sarà esattamente lo stesso se si suppone che la forza f, invece di essere applicata direttamente al carro, fosse stata applicata alla circonferenza della ruota in senso contrario alla direzione della resistenza. In questo caso essa dovrebbe vincere prima l' aderenza della ruota colla spranga, ed in seguito l'attrito della sala contro la boccola in cui è racchiusa. Da questa forza così applicata togliamo la quantità necessaria per vincere l' attrito della ruota: diciamo F la restante forza che deve vincer quello della sala, e chiamiamo inoltre Q questa ultima resistenza. Le direzioni delle due forze F e Q sono contrarie, come l'indica la figura; l' una agisce all' estremità della leva R eguale al raggio della ruota, l' altra all' estremità della leva r eguale a quello della sala, di modo

che, se si suppone la ruotaja mobile ed il carro fisso, ciò che non cambia per nulla le condizioni del problema, queste due forze si faranno equilibrio all'estremità di una leva di primo genere il cui punto d'appoggio è al centro della sala. Si avrà dunque

$$F\ R = Q\ r, \text{ ossia } F = Q\ \frac{r}{R}$$

§. 56. Si scorge da ciò che più il rapporto $\frac{r}{R}$ sarà piccolo, sarà minore quello tra F e Q, o in altre parole, più il raggio della ruota sarà grande in confronto di quello della sala, sarà minore la forza totale di trazione necessaria per equilibrare la resistenza prodotta da questo attrito. Dessa è una parte della resistenza totale molto maggiore di quella prodotta dalla ruota contro la ruotaja, almeno quando la circonferenza della ruota è formata colle convenienti cure, e quando le ruotaje sono ben levigate, come lo sono per lo più quelle a risalto. Perciò in generale si diminuirà sensibilmente la forza traente necessaria aumentando il raggio della ruota in confronto di quello della sala.

§. 57. D'altra parte è ad osservarsi che il diametro della ruota deve essere tenuto in pratica entro certe dimensioni onde schivare l'inconveniente di ruote troppo pesanti, o troppo deboli se si volesse economizzare sul loro peso. Anche la sala non può esser assottigliata al di là di certi limiti senza nuocere alla sua solidità. Le dimensioni delle boccole non sono meno importanti pel valore assoluto della resistenza della sala. È ben vero che trattandosi di corpi duri come quelli che si trovano in questo caso in contatto, l'attrito è proporzionale alla pressione ed indipendente dalla estensione della superficie sfregante; ma se le boccole fossero troppo strette, potrebbero tagliare la sala riscaldandosi nel movimento, e se fossero troppo larghe, l'olio ed il grasso di cui devono essere fornite non si potrebbe ben distribuire su tutta la loro lunghezza, di modo che la sala dovrebbe sfregare contro corpi secchi, ciò che ne produrrebbe la rovina in poco tempo.

Posti questi principj, passiamo ora all'esame della costruzione delle differenti parti componenti l'assieme di un furgone, nome che abbiamo adottato, come dicemmo, pei carri che percorrono le strade ferrate.

§. 58. Le ruote dei furgoni sono ordinariamente in ghisa di seconda fusione. Loro si suol dare in generale 76 cent. di diametro misurato da quarto a quarto, che si possono portare anche fino ad 80, o 85 cent., la qual ultima dimensione è adottata sulla strada ferrata di Darlington. Ma in quel caso bisogna che le ruote sieno gittate con ghisa eccellente,

perchè se i raggi presentano qualche vuoto si spezzano facilmente ne' rapidi movimenti. I quarti hanno 7 cent. di larghezza e l'orlo laterale due cent. e mezzo di sporgenza. Questa larghezza dei quarti ha per iscopo di lasciare un certo agio al carro posto sulle ruotaje, in modo che i due orli delle ruote non si trovino continuamente compressi contro le spranghe, giacchè un simile contatto continuo nella corsa del carro produrrebbe un attrito laterale estremamente energico.

§. 39. La circonferenza deve essere temperata in modo da presentare una superficie possibilmente dura, senza la qual precauzione si solcherebbe ben presto pel suo contatto colla ruotaja nel rapido movimento di rotazione che soffre, e sarebbe completamente sciupata nel termine di due mesi. Le si dà la tempra fondendo la ruota in una forma circondata da un cerchio di ferro disposto a circoscrivere esternamente il getto. Quando si versa il metallo nella forma, nello spandersi a riempirne i vani, il contatto del ferro freddo lo rapprende rapidamente per tutta la circonferenza, e lo trasforma in ghisa bianca per la profondità di circa una linea, mentre il restante della ruota si raffredda lentamente e rimane nello stato di ghisa dolce.

§. 40. Le ruote hanno generalmente dodici raggi diritti che vanno a finire ad un mozzo diviso in tre porzioni; divisione indispensabile perchè la ghisa si rapprenda uniformemente in tutte le parti della ruota. I raggi non avendo che circa un centimetro di spessore, si raffreddano più presto che non la ghisa formante il mozzo. Se questo mozzo è massiccio resiste al loro rappigliamento, ed i raggi si rattraggono in modo ineguale, presentano dei vuoti, e sono esposti a spezzarsi con maggiore facilità. Per rimediare a questa contrazione ineguale nel raffreddamento si era pensato in sul principio di dare ai raggi la forma di S, che si raddrizza più o meno accorciandosi; ma questo mezzo era ancora imperfetto, e tal forma ondulata diminuiva la forza dei raggi. Coll' attual processo il mozzo è diviso in tre parti, cadauna delle quali si presta alla contrazione dei raggi a cui corrisponde. All' uscir dalla fusione queste tre parti si trovano generalmente separate dall' intervallo di un centimetro. Nel centro poi è praticato un foro circolare destinato a ricevere la sala (vedi fig. 20).

§. 41. Una ruota ordinaria pesa 100 chil. e costa bell'e fusa dai 35 ai 40 fr. L'inconveniente della ineguaglianza di contrazione si fa sentire tanto più, quanto il diametro delle ruote è maggiore; e questa considerazione congiunta al loro peso concorre a limitarne le dimensioni di grandezza, che sono assai piccole in confronto di quelle delle ruote che servono ai carri nelle strade comuni. Si provò ad aumentare il diametro

delle ruote destinate alle strade ferrate costruendole in legno: ma bisogna allora che l'assieme dei raggi e dei quarti sia perfettamente unito, onde non si scompaginino per l'effetto dell'umidità e della siccità. Occorrono dunque molte diligenze in confronto alla gran facilità della costruzione delle ruote di ghisa, ed è questo il motivo che deve far preferire quest'ultime per l'uso generale nelle strade ferrate.

§. 42. Il diametro della sala varia da 7 a 8 cent. Possono farsi in ferro battuto unendo e saldando insieme delle spranghe di analoghe dimensioni, oppure, ciò che torna molto più economico, possono formarsi allo strettojo come pel ferro laminato; la quale operazione si eseguisce con due cilindri scanalati simili a quelli che servono per tirare il ferro tondo ordinario. Bisogna soltanto che l'ultima scanalatura corrisponda alla dimensione voluta dal diametro della sala. Così tirata la spranga si presentano alla cesoja i due capi, e si taglia della lunghezza determinata, la quale è un po' maggiore della larghezza della strada presa da mezzo a mezzo delle due linee di spranghe, vale a dire di metri 1,60 circa: poi se ne torniscono le parti che devono ricevere le boccole. Le sale così fabbricate, recise ai capi e tornite, possono costare 40 franchi per 100 chilog., e pesano per cadauna da 60 a 70 chilog.

§. 43. Per riunire le ruote alla sala si comincia a lisciare diligentemente al tornio l'interno del mozzo, avendo cura che l'asse dello stesso così tornito corrisponda esattamente all'asse di rotazione della circonferenza della ruota stessa, per esser questa una condizione indispensabile perchè la ruota impernata alle sale giri appiombo. Questa lisciatura si eseguisce perfettamente con un piccol tornio, e non richiede che della pratica. Costa 1 fr., o 1 fr. 25 cent. per ruota. Preparato a questo modo il mozzo si pongono da ambi i lati alle sue teste due cerchi di ferro coi quali si imbrigliano le tre parti di cui è composto, poi si riempiono i vuoti lasciati fra queste parti con delle zeppe di ferro. Queste briglie e queste zeppe sono riunite con del mastice ordinario di ferro e sale ammoniaco. In seguito si presenta il mozzo alla sala, e vi si spinge la ruota con una forte mazza di legno, finchè giunto a luogo lo si assicura con una caviglietta di ferro che entra metà in un foro praticato nella sala, metà in un altro praticato nel mozzo (vedi la fig. 37). Questa caviglietta è conica, ed essendo spinta a gran colpi di mazza consolida l'assieme della sala e del mozzo. Però sarebbe meglio, quantunque più costoso, di sostituire a questa caviglietta orizzontale un'altra fissa verticalmente all'estremità della sala prolungata a sufficienza onde la possa ricevere; la qual caviglietta verticale terrebbe la ruota se si

allentasso e le impedirebbe di uscire intieramente, il che può cagionare danni gravissimi. In Inghilterra l'unione del mozzo e della sala si fa in quadro, la sala essendo quadrata alle teste, ed il mozzo similmente trapanato: il tutto è ritenuto al posto da una chiavella verticale. Ma questa unione è molto più difficile della descritta, e quando si spezzano le ruote, ciò che succede ben più frequentemente che alla sala, diventa difficilissimo il levarle per sostituirvene delle nuove.

§. 44. La forma delle boccole frapposte alle sale ed al porta-carico fu l'oggetto di molti perfezionamenti. Nei dintorni di Newcastle le boccole dei furgoni destinati al trasporto del carbon fossile somigliano ai cuscinetti o calastrelli ordinari degli alberi di rotazione nelle fucine supposti rovesciati (vedi fig. 23). Queste boccole sono di ghisa; la parte che resta in contatto colla sala è lisciata, e le due falde laterali servono a fermarle col mezzo di due chiavarde al fondo dei furgoni. Si spalmano di un grasso nero di cui ecco la composizione:

Sego . . . . chilog. 45.
Catrame . . . . . » 4. 5
Olio di pesce litri. 9.

§. 45. Unte a questo modo e messe al posto, se ne rinnova l'ugnimento col mezzo di un pennello che impinguasi in una dissoluzione di questo grasso, e si frega contro il dissotto della sala il quale è interamente scoperto. Questa maniera di rinnovar l'unto ne consuma presto le parti liquide. Sulla strada da S. Stefano alla Loira, dove si adoperano queste specie di boccole, si guernì la parte inferiore della sala d'un piccol pezzo di legno semicircolare riunito con delle caviglie alla parte superiore della boccola. Quando vuolsi ugnere si stacca questo piccolo pezzo, si applica la sugna alla sala, poi lo si ripone al posto. Egli s'inzuppa di questo composto e lo conserva per un maggior periodo di tempo.

§. 46. Le dimensioni date dalla fig. 23 sono conformi a quelle delle boccole inglesi. Un furgone avente le sue quattro boccole untate coll'ultimo metodo indicato può percorrere un centinajo di chilom. senza rinnovamento di sugna. La spesa importa ad un mezzo centesimo circa per chilometro: ma questo sistema esige molto tempo per l'untura, il che produce un grave danno al servizio. È per ciò che a Newcastle si continua ad ugnere le boccole col grasso liquido.

§. 47. Le boccole essendo fermate così invariabilmente ai traversi del fondo del furgone, la sala che vi è racchiusa non può girare nelle stesse che secondo una direzione perpendicolare all'asse della strada, di modo che gli assi delle ruote restano sempre esattamente paralelli fra di

loro. Questo assoluto paralellismo non è senza inconveniente nelle svolte, perchè in tal caso gli orli della ruota sono forzati a fregare in modo sensibile contro la ruotaja, ed aumentano in proporzione la forza necessaria al tiro anche quando le curve sono assai sviluppate. Analizzeremo più avanti le cause di questo aumento di resistenza.

§. 48. Per ovviare a tale inconveniente si è cercato di dare alla sala qualche agio onde si piegasse normalmente alla curvatura della strada. Perciò si è immaginato di isolare anche le boccole del porta-carico tenendole al posto per mezzo di due branche di ghisa riunite su di una lastra che si assicura al fondo del furgone, la qual disposizione è rappresentata dalla fig. 21. Dall'ispezione della figura appare ancora che la sala dev'essere guernita di due ruotelle fisse disposte cadauna ad una distanza dalla ruota prossimamente eguale alla lunghezza della boccola. Essa a questo modo si trova lateralmente fermata fra la ruotella e la faccia interna del mozzo; ed essendo la sua parte superiore, che è di ghisa, solidamente riunita alla parte inferiore, che è generalmente di legno, per mezzo di piccole viti, resta necessariamente obbligata ad avviluppare la sala senza che se ne possa separare, quantunque non sia unita al telajo stesso del furgone. Ora perchè la sala possa avere qualche movimento per avanti, o per indietro, si lascia un'agio di 2 millimetri al più fra i lati della boccola e le orecchie delle branche di ghisa fisse al carro. Così avendo cura di ugnere la parte superiore della boccola e l'inferiore della branca colla quale combacia, sì la boccola che la sala possono avere una certa quantità di movimento quando il furgone gira nelle svolte. Una maggior quantità renderebbe troppo incerto il suo corso, e permetterebbe al carro di uscire troppo facilmente di strada.

§. 49. Con questa forma di boccole è difficile di servirsi di materie solide per ugnerle, essendo impossibile di distribuire questa materia sulla loro superficie interna senza smontarle interamente. L'ingrassamento si fa dunque coll'olio che si introduce per due fori aperti al di sopra della boccola, l'uno presso la ruota, l'altro all'opposta estremità; i quali fori sono sempre liberi, stante che il sostegno di ghisa frapposto fra il porta-carico e la sala non appoggia che sulla parte della boccola compresa fra queste due aperture, e non può muoversi da questa situazione essendo fisso al telajo del carro. Per mezzo di apposite scanalature praticate nell'interno d'ogni boccola l'olio introdotto si ripartisce uniformemente su tutta la superficie che sfrega contro la sala. Inoltre la parte semicilindrica di legno che si trova al di sotto s'impregna d'olio e ne conserva alla sua superficie una certa quantità che sopperisce l'unto alla sala in moto. Con

questo sistema di boccole una sala non può fare oltre 15 ai 16 chilometri senza che vi si versi del nuovo olio; e siccome quest'operazione riesce assai lunga, trattandosi di ripeterla per cento o dugento carri, si immaginò di disporre nelle boccole stesse delle specie di conserve che spargessero continuamente dell'olio sulle sale.

§. 50. A questo fine sulla strada da S. Stefano a Lione la parte inferiore della boccola testè descritta è surrogata da una cassetta di latta che porta nel senso della sua lunghezza un piccolo cilindro di legno il quale frega contro la sala (vedi fig. 22). Si versa dell'olio nella cassetta fino a tanto che il piccolo cilindro vi sia immerso per una quarta parte. Quando la sala comincia a girare obbliga a girare anche il piccolo cilindro che bagna successivamente nell'olio tutta la sua superficie e lo comunica alla sala. Questo metodo d'unzione richiede delle particolari precauzioni. Bisogna che il contatto fra il piccolo cilindro e la sala non sia nè troppo forte, perchè lo aciuperebbe facilmente, nè troppo debole perchè ne impedirebbe l'effetto. Ma quando queste precauzioni sieno prese in modo conveniente, quando il foro laterale sia chiuso siffattamente da non permettere l'introduzione della polvere, i furgoni muniti di questo sistema di boccole possono fare fino a 100, o 200 chilometri senza bisogno di rinnovamento d'olio. Queste boccole hanno 20 centimetri di lunghezza, e porgono perciò una superficie di contatto molto grande alle sale.

§. 51. Con tali boccole, e colle ruote e sale simili a quelle superiormente descritte fu sperimentata la resistenza alla trazione sur una strada ferrata orizzontale di circa $^1/_{200}$ del peso trasportato. Cosicchè per trasportare un carico di 200 chilog. abbisogna uno sforzo eguale ad un chil. (1).

§. 52. Sulla strada da Manchester a Liverpool si è odottato un differente metodo per ungere le sale perennemente. La parte superiore delle boccole porta una cassettina di ghisa nella quale è aperto un foro che resta direttamente al di sopra della sala. In questa cassettina se ne pone

(1) Molte cause concorrono ad aumentare il valore di questo coefficiente, il quale si può ritener giusto nelle favorevoli circostanse d'una atmosfera tranquilla e di ruotaje o affatto bagnate, o del tutto secche. Ma siccome la brina, la neve, il fango e la polvere spesso ingombrano le spranghe; siccome il vento sovente si oppone al corso o soffiando direttamente in senso opposto, o lateralmente e spingendo quindi le ruote de' furgoni da un lato onde ne nasce grave sfregamento degli orli; e siccome le strade e le vetture non si trovano sempre in buono stato; così suggeriscono i più recenti trattatisti di ridurlo ad $^1/_{180}$. Tale si è pure il coefficiente posto a base degli elementi per calcolare il moto de' furgoni sulle strade ferrate dagli ingegneri a ciò appositamente incaricati sulla strada di Liverpool nel 1830.

altra più piccola di latta che si riempie d'olio e che porta nel mezzo un piccol tubo cilindrico saldato al suo fondo corrispondentemente al foro della boccola. Riempiuto questo piccolo tubo di filacci di cotone che pescano nell'olio, essi lo attraggono per effetto della capillarità e lo lasciano sgocciolare a poco a poco e regolarmente sulla sala (1). Una boccola così formata è piuttosto alta, ma è in parte equilibrata da un serbatojo in ghisa posto al di sotto per ricever l'olio che cola dalla sala. Ha di più la sua parte superiore fissa al telajo del carro, o piuttosto ad una delle quattro molle che reggono il porta-carico. Queste molle rendono il moto più dolce, ed ammettendo un certo agio di oscillazione nei movimenti del carico si prestano sufficientemente al passaggio de'furgoni sulle curve (vedi fig. 24).

§. 53. Una particolarità presentata dalla forma delle boccole ora descritte è quella di essere disposte esteriormente alle ruote sopra di un corrispondente prolungamento delle sale. Questa invenzione facilita assai tutte le operazioni necessarie alla loro unzione, permettendo inoltre di riprendere il sistema delle sugne che si consumano meno dell'olio e si dispongono direttamente sulla sala. Questa forma ha pure permesso di diminuire molto anche il diametro delle sale nei punti in cui appoggiano le boccole, riduzione vantaggiosissima, come abbiam veduto, per diminuire il valore assoluto della resistenza dovuta all'attrito. Ciò non si può affatto praticare quando le boccole sono poste al di dentro delle ruote, perchè la sala assottigliata a questo modo ne'suoi appoggi non presenterebbe nè sufficiente rigidezza per resistere alle torsioni, nè sufficiente solidità per resistere al minimo urto.

§. 54. A Manchester le parti sporgenti della sala su cui appoggiano le boccole non hanno che tre centimetri di diametro, mentre le sale ordinarie presentano sempre in quel punto almeno sette centimetri. Solamente si ha

(1) Sulla strada di Roanne s'era ideato un altro modo di umettare le boccole, e consisteva in una catenella che era accavallata alla sala e pendeva pescando in una cassettina inferiore attaccata alla boccola e ripiena d'olio. Col girare dell'asse girava essa pure, e facendo la funzione di una noria portava l'unto a spargersi sulla sala stessa. Questi metodi però furono ritrovati di troppo piccolo effetto; ond'è che tanto sulla strada di Liverpool quanto su quella di Roanne si è adottato un altro sistema che pare il più opportuno, e consiste nel collocamento di una cassettina al di sopra de'cuscinetti (fig. 38) la quale ha un foro verticale che comunica colla sala, ed è riempiuta d'un grasso composto di sego, olio e solfo. Il moto riscaldando le sale ed il cuscinetto, appena penuriano di unto, fa che il grasso si sciolga e scenda a poco a poco sulla sala. La cassettina è di latta e chiusa ermeticamente con una porticella che non s'apre che quando s'ha ad empire.

cura di temperare per cementazione questi capi delle sale affine di ridurli ad acciajo ed impedire che si consumino troppo rapidamente. La sala essendo così ridotta alla metà nei punti del suo contatto colla boccola, avremmo dal calcolo che l'attrito alla sua superficie sarebbe ridotto alla metà: ma non ne conseguita però che il valor totale della resistenza alla trazione sia egualmente ridotto alla metà, poichè molte altre cause vi hanno influenza, come sarebbe qualche negligenza nell'unzione e soprattutto lo stato più o men levigato delle ruotaje. Inoltre i capi delle sale così ridotti non resisterebbero lungo tempo alla velocità ordinaria della strada di Liverpool, se il porta-carico non fosse sostenuto da molle, l'aggiunta delle quali produce un'eccedenza di spesa di 300 fr. nella costruzione dei furgoni, il che impedirà di applicare questo sistema ad ogni sorta di strade ferrate. Gli Ingegneri della strada di Liverpool valutarono ad $^1/_{240}$ del peso trasportato l'attrito d'ogni carro munito di questa sorta di sale e di molle. Secondo questi dati vi sarebbe dunque una diminuzione di $^1/_5$ sull'attrito ordinario calcolato ad $^1/_{200}$ del peso, come abbiamo veduto (1).

§. 55. Le boccole della strada di Liverpool non hanno che un decimetro all'incirca di lunghezza, ed altrettanto lunga è l'estremità della sala che li sostiene.

§. 56. La forma del porta-carico dei furgoni varia a seconda della qualità di merce che sono destinati a trasportare. Il fondo è formato da due cosciali o correnti paralelli all'asse della strada e riuniti da quattro traverse (fig. 20, 21). Le estremità dei cosciali sono rinforzati da testate pure di legno (fig. 21) onde presentino una larga superficie agli urti che succedono tra i furgoni nel loro movimento, poichè essendo fra loro riuniti comunemente da catene d'un piede di lunghezza (m. 0, 3) nella loro marcia si possono avvicinare o slontanare in tale misura (2).

(1) Questo sistema di sale riconosciuto generalmente per il più vantaggioso è ora adottato a preferenza in tutte le più recenti strade ferrate. Non sarà fuori di proposito il far qui pure cenno del metodo adoperato sulle strade di Bolton onde diminuire le resistenza dell'attrito della sala contro la boccola, il quale consiste nel far appoggiare la sala non alle boccole, ma alla circonferenza di due altre ruote di piccolo diametro annesse al porta-carico. Il moto delle sale per l'aderenza spingeva a girare le minori ruote, e l'attrito veniva per conseguenza ad essere men duro ed efficace. Però questo metodo fu abbandonato per la sua complicazione.

(2) Invece delle testale trasversali, si suole talvolta munire di imbottiture i capi dei cosciali affine di diminuire l'azione dagli urti. Nelle diligenze destinate al trasporto de'viaggistori si è immaginato un congegno di molle nella intelaiatura che è espresso dalla fig. 39, il

§. 57. Questa maniera di riunire i furgoni porge molta facilità nell'accoppiarli e nello staccarli, e lascia loro inoltre una certa libertà di movimento durante il corso del convoglio, la quale giova, perchè se uno esce dalla via non istrascini immediatamente con sè gli altri che lo seguono. All'incontro se si riuniscono con aste rigide od uncini di ferro, come fu provato in sulle prime su molte strade, l'incontro rapido di due furgoni così accoppiati con altri due basta per istrappare gli uncini stessi, il che apporta delle continue avarìe. Se avveniva che un convoglio lanciato con qualche velocità urtasse contro un convoglio fermo o che camminasse con velocità minore, le conseguenze erano spesso terribili; perchè l'urto prodotto dalla maggiore velocità del convoglio urtante non potendo comunicarsi immediatamente a tutto il secondo convoglio, i soli primi carri ricevevano il colpo ed erano bene spesso fatti in pezzi. Colle catene invece l'urto del convoglio più veloce spinge ogni furgone successivamente l'uno contro l'altro, come succede d'una palla che ne trovi altre sulla sua via, e la velocità si comunica così a tutta la massa stazionaria (1). Simili accidenti poi nuocono spesso ben più per il disappunto che portano alla continuità del servizio, che non per il valore del guasto che ne risulta, onde il timore di vederli rinnovati ha fatto adottare l'uso delle catene per accoppiare i carri.

§. 58. La fig. 20 rappresenta un furgone destinato al trasporto del carbone. Egli è largo nella sua parte superiore e si restringe a basso. Il fondo è chiuso da una tavola che gira attorno ad una cerniera in modo da permettere con tutta facilità il vuotamento del carico. Questa tavola è formata di assi doppi di abete sopportate da due spranghe di ferro guernite di due palette forate che s'accavallano ad asticelle sporgenti da uno dei cosciali del carro (fig. 22). In Inghilterra si adoperano degli occhioli invece di queste asticelle, e le palette sono tenute ferme da una caviglietta che si fa passare negli occhioli stessi, e che si appende al carro con catenella di ferro. In Francia, dove gli operaj sono meno diligenti, si ri-

quale deve servire efficacemente ad ammorzare le scosse, sia nel primo impulso al moto quando si tirano, sia al momento della fermata.

(1) L'ora accennato metodo di riunione fra di loro dei furgoni formanti un convoglio, oltre i vantaggi succennati, ne presenta altri ed importantissimi che non bisogna oltrepassare. Quando un cavallo od una macchina si muovono non hanno così a superare che la forza d'inerzia d'un furgone per volta, mentre sarebbero costretti a vincere a un tratto quella di tutto il convoglio se fossero riuniti rigidamente: così è facilitato il modo di passare dal moto al riposo, bastando l'arrestare il primo carro perchè quello opponga la sua forza d'inerzia a diminuire la velocità concepita del consecutivo, e così di seguito.

conobbe per l' esperienza che questa caviglia si perdeva troppo facilmente, perchè gli uomini destinati a scaricare strappavano le catenelle al minimo ostacolo che trovavano nel farla scorrere. Perciò si sostitui loro una specie di lungo uncinetto che si chiude lateralmente addosso alle palette e si assicura nella sua parte ripiegata ad un occhiolo fisso nel cosciale (fig 21).

§. 59. L' ossatura di questi furgoni è di rovere che si ricopre con tavole di pioppo o di abete. In Inghilterra si fecero pure pei furgoni delle casse di lamiera riunita e ribadita come per le caldaje a vapore. Ma questo sistema fu lasciato quasi totalmente in disuso, per il costo troppo grande delle riparazioni allorchè la lamiera era consumata o forata. Nulladimeno questi furgoni di lamiera sono utili quando la materia da trasportarsi è suscettibile di bruciare, come sarebbe la scoria di ferro e la calce viva.

§. 60. Un carro di dimensioni ordinarie della forma delineata nella fig. 20 può portare 3,000 chilog. di carbone quando si colmi la cassa superiormente al suo labbro.

§. 61. I luoghi per lo scarico sono stabiliti sopra armature di legname piuttosto elevate, che si chiamano scali o steccate per la loro somiglianza colle costruzioni di questo genere usate nei porti di mare. Tra due cavalletti consecutivi di quelle steccate si pongono delle cateratte mobili, che si levano quando il furgone dev' esservi scaricato. Allora lo si trascina in quel posto, si apre la cateratta che ne chiude il fondo, ed il carbone cade abbasso, donde è portato ne' magazzini per smerciarlo in sito, oppure ricaricato su delle carriuole per venderlo a domicilio.

§. 62. Questo metodo di scaricare è semplicissimo, poco dispendioso e si eseguisce piuttosto bene quando il carbone sia secco. Ma quando è bagnato si conglomera a formare una massa compatta per effetto dell'insaccamento prodotto dal trasporto, e s'attacca alle pareti della cassa donde scorre difficilmente. Allora si vuota la cassa a colpi di mazza dati ai suoi lati, i quali colpi tendono a rovinare le congiunture del carro. Si cercò di dare maggior inclinazione alle pareti per facilitarne lo scorrimento, ma si venne a restringerle in modo da non poter più contenere la stessa quantità di materia senza rialzare di troppo la cassa, il che produce aumento di peso.

§. 63. Si tentò pure di cambiar la forma al porta-carico, ed il metodo di scaricare. Così sulla strada da Manchester a Liverpool si adoperarono per qualche tempo dalle casse mobili che venivano poste sopra un telajo fisso portato dalle ruote (fig. 24). Giunti al sito dello scarico si facevano scorrere queste casse per mezzo di ruotelle dal telajo sopra car-

rette che servivano pel trasporto del carbone a domicilio. Ma questa manovra era lenta e richiedeva molte braccia, per cui infine quella compagnia fu indotta a riadottare pel trasporto del carbone i furgoni ordinarj a fondo mobile. Si potrebbero pure impiegare per questo trasporto i carri che servono agli sterramenti nella formazione delle strade ferrate, i quali sono formati da un telajo piuttosto stretto, che è sostenuto da quattro ruote, su cui è situata una lunga cassa aperta ad una estremità che può girare attorno ad un asse di ferro fermato al telajo (vedi fig. 25) (1). La figura uniforme delle pareti di questa cassa non impedisce lo scarico, e si eviterebbe così ogni deterioramento di materiale prodotto dai colpi di mazza sui fianchi del carro. Ma se si riuniscono molti di questi carri e si strascinano coll' ordinaria velocità delle strade ferrate, si urterebbono fra di loro all' estremità della cassa e si romperebbero facilmente, tanto più che le casse devono essere assai leggieri, perchè la loro parte rialzata non faccia perdere facilmente l'equilibrio al carro. Se si volessero rafforzare le estremità delle casse per assicurarsi contro gli urti, bisognerebbe dare a tutto il carro tal grado di solidità che lo renderebbe troppo pesante.

§. 64. Infine la forma impiegata comunemente pei furgoni da carbone è fino al dì d'oggi la più conveniente pel trasporto di tutti gli oggetti che si trasportano in massa e che possono scaricarsi pel fondo della cassa senza inconveniente. Per tutte le altre mercanzie, come il ferro, i legnami, le balle di cotone, le pietre da taglio, si impiegano delle intelaiature piane simili al carro espresso dalla fig. 24, i cui cosciali non sono più lunghi di quelli dei furgoni ordinarj. La parte di mezzo è legata da più traversi e coperta da tavolato d' assi (2). Quando gli oggetti da trasportarsi sono piuttosto

(1) Questi carri servendo sulle strade provvisionali che si sogliono costruire per operare dei grandi movimenti di terra, ed essendo per lo più tirati da uomini o da cavalli, hanno le sale fisse e le ruote mobili intorno alle stesse. Tale disposizione favorevole alle curve di piccol raggio permettendovi maggior agio nel moto in direzione obbliqua, ha pure permesso di dar un po' d'inclinazione ai capi delle sale, e quindi al piano delle ruote, col qual mezzo si potè allargare il loro porta-carico.

(2) I furgoni per trasporto delle merci sulla strada di Liverpool sono simili ai qui descritti dal Biot, se non che hanno la intelaiatura più larga della ruotaja, e le ruote girano al di dentro dei cosciali. Sopra il piano della intelaiatura stessa poi sono assicurate quattro traverse, entro cui si fanno scorrere a registro per mezzo di ruotelle due gabbie o casse che vengono caricate di merci, ognuna delle quali prende due traversi. Giunti i furgoni nel sito di scarico si avvicinano altri carri della medesima loro altezza a due ruote in direzione agli stessi perpendicolare, e, spingendo le gabbie o casse nei registri vi si fanno passar sopra con tutta facilità, essendo essi carri forniti di traverse egualmente alte e distanti di quelle de' furgoni. Due carri a due ruote scaricano un furgone, ri-

lunghi, come accade spesso dei ferramenti e dei travami, bisogna allungare opportunamente queste intelaiature; altrimenti qualora si trovassero vicini due carri delle ordinarie dimensioni, i loro carichi si intreccierebbero, e nelle curve, dove ogni carro deve avere un movimento indipendente, i due telai trovandosi riuniti e formando una linea dritta e rigida presenterebbero gravi difficoltà alla trazione. Si può anche dividere il carico su due piccole intelaiature armate d'un piuòlo mobile a forchetta, su cui si posano le estremità di questi lunghi pezzi. Essendo riuniti i due carri con catene, possono scorrere lungo le curve quasi come un furgone ordinario. Questo genere di carri è in uso sulla strada da S. Stefano alla Loira; ma presenta lo avantaggio che non se ne possono impiegare varj riuniti in convoglio di modo che ogni coppia abbisogna di un motore particolare.

§. 65. In generale è a notarsi che è di molto utile il non usare che una sola forma di furgoni, e che bisogna schivare almeno di averne una gran varietà, non essendo credibile l'imbarazzo nella manovra ai siti di carico qualora vi si debba condurre un furgone particolare per ogni specie di mercanzia, il quale può trovarsi frammischiato ad altri furgoni d'un altra forma. Questa stessa osservazione della necessità d'avere materiali uniformi si applica pure alle boccole, alle ruote, alle sale, agli ordigni d'accoppiamento e simili. Quando un pezzo si rompe bisogna sostituirne altro tolto dai magazzeni, ed è facile di concepire quanto verrebbero a difficoltarsi le riparazioni qualora tutti i pezzi della stessa natura non fossero dello stesso calibro.

§. 66. I furgoni impiegati sulle strade nei dintorni di Newcastle pesano per cadauno 1100 ed anche 1200 chilog., hanno una cassa tanto alta da contenere un *chaldron* inglese, ossia circa 38 ettolitri quando sia rasa, e facendosi la vendita a misura, la dimensione della cassa lascia luogo a verificare a primo tratto la quantità trasportata. In Francia e sopra alcune strade inglesi la cassa è meno alta, di modo che vi è sempre un'eccedenza di carico a ricolmo per giungere ai 3,000 chilog. che può portare ogni carro. Il peso di questi ultimi furgoni è di 1000 chilog. circa compresa la cassa, le sale e le ruote. Quelli della strada di Liverpool giungono fino a 1500 chilog. a motivo del peso delle molle. Sulla strada di *Brunton and Shields* presso Newcastle, il signor Thompson ha preteso di fare una grande economia costruendo i carri di metà grandezza e metà peso:

cevendo una cassa per cadauno. In generale poi i carri che attualmente si costruiscono pel servizio delle strade ferrate sono più larghi delle sale, i cosciali sono sostenuti da molle situate sopra le boccole, e le ruote girano nella parte interna delle stesse.

ma in un servizio attivo la moltiplicazione del numero dei carri porta gravi inconvenienti per l'ingombro ne' posti di carico; e questo sperimento non potè esser fatto che sopra una strada di piccola portata, come quella di Brunton.

§. 67. Le vetture destinate al trasporto dei viaggiatori sono formate d'un porta-carico diviso in vari compatimenti, e disposto sopra l'intelaiatura d'un furgone analogo a quelli testè descritti. Se si vogliono rendere più comode, si sospendono sopra delle molle longitudinali fisse sia sulle boccole come a Manchester, sia sui pezzi che tengono ferme le boccole stesse, come sulla strada da S. Stefano a Lione. La cassa può esser divisa in tre parti capaci ciascuna di 6 od 8 posti. Può anche esser formata a guisa degli *omnibus;* ma questo non è il miglior metodo per la distribuzione dei posti, a meno che non si possa allargar molto sui fianchi e formare tre o quattro file paralelle. Si possono pure disporre dei sedili sul cielo dei furgoni ordinari e collocarvi dei viaggiatori. Le sale e le ruote impiegate nelle strade ferrate essendo destinate a portare un peso di 5000 chilog. oltre quello del furgone, e calcolandosi ragguagliatamente che vi vogliono 13 persone per formare il peso di 1000 chilog., si concepisce che il numero dei viaggiatori che si può disporre in una di queste vetture può portarsi senza difficoltà sino a 45, quando si prenda il peso della cassa della vettura eguale a quello del porta-carico d'un furgone, il che pare si possa supporre con sufficiente esattezza (1).

§. 68. Quando voglionsi fermare uno o più furgoni in moto, si adopera una scarpa, o freno che agisce sfregando contro delle ruote e ne rallenta più o meno il corso a norma della pressione che vi esercita. In Inghilterra generalmente ogni vettura ha il suo freno, che consiste, come scorgesi dalla fig. 20, in una spranga di ferro ricurva armata di due scarpe di legno e prolungata fino all'estremità del carro. Quando il condottiere vuol fermare od allentare il movimento, si appoggia sulla coda di questo freno

(1) Sulle strade le più attive pel trasporto de' viaggiatori si è in questi ultimi tempi adottata una forma di vetture a sei e fino ad otto ruote, capaci di un numero stragrande di persone. Tali sono quelle sulla strada da Baltimora all'Ohio in America, e le fabbricate recentissimamente per la strada da Pietroburgo a Zarco-Celo, le quali hanno una lunghezza di 50 piedi (m. 15. 20) e possono contenere 160 persone e taluna a due piani fino 250. Queste vetture ad otto ruote però, quantunque risultino più comode e dolci al corso perchè distribuiscono meglio il peso sulle ruotaje, quantunque sieno economiche, quantunque infine presentino maggior sicurezza perchè non possono ribaltare per la perdita o la rottura di una ruota, non sono adottabili che sulle strade in linea quasi perfettamente retta, giacchè sulle curve devono aumentare potentemente la resistenza alla trazione.

e comprime più o meno le due scarpe di legno contro i quarti delle ruote dinanzi e di dietro, creando a questo modo uno sfregamento energico che rallenta il moto. Durante la corsa il freno è sostenuto da un piccolo uncinetto fisso al furgone di modo che le due ruote girano liberamente (1).

§. 69. I furgoni sono riuniti ordinariamente in convogli di dieci o dodici almeno, e sui pendii ordinari basta comprimere fortemente la scarpa contro le ruote di uno per fermare anche gli altri. Perciò si è risparmiato in Francia questo lusso di scarpe applicate ad ogni carro, limitandosi ad apporre a ciascun furgone il piccolo asse, attorno al quale girano le medesime, per cui avendo ogni condottiere la sua scarpa particolare, la applica, prima di partire, all'asse di quel carro su cui deve montare.

§. 70. Sulle strade ferrate eseguite finora in Francia e particolarmente su quella da S. Stefano a Lione vi sono per lunghe tratte delle pendenze abbastanza sensibili perchè i furgoni si possano muovere per l'azion sola del loro peso. Allora non abbisognano che d'un condottiere per allentarli se il loro moto si accelera di troppo, o per fermarli ai siti di stazione. Su questa pendenza un uomo armato d'una scarpa simile alla testè descritta potrebbe trattenere solamente quattro o cinque furgoni, ma col mezzo di scarpe più potenti e di corde disposte come nelle taglie ordinarie, la stessa persona può guidare e fermare sino a venti e venticinque furgoni carichi. Per questo fine si dispongono agli assi di due furgoni consecutivi due scarpe a coda rialzata, disposte in direzione contraria l'una all'altra in modo che le due code si guardino, e riunite con una corda che si avvolge per molti giri in una piccola taglia di rame. Tirando o rallentando la corda che tiene in mano la persona in piedi sopra uno dei furgoni, rallenta il moto del convoglio, oppure lo lascia scorrere liberamente. È conveniente che questi due furgoni sieno i primi del convoglio, perchè il condottiere possa scoprire gli ostacoli che potrebbero attraversare il corso de' suoi carri.

§. 71. Un altro sistema di scarpe ingegnosissimo fu impiegato su di

(1) Col sistema de' carri a larga intelaiatura sporgente dalle ruote, ora generalmente usato pel trasporto delle merci sulle strade ferrate, il testè descritto congegno di scarpe non può più adoperarsi, non potendo il braccio di leva essere rialzato al disopra dei cosciali. Perciò si è ora limitati a stringere con una scarpa le sole ruote anteriori per mezzo di una leva che abbassandosi la spinge contro dei quarti. Questa leva viene assicurata mediante una caviglia di ferro sporgente lateralmente alla sua estremità in un regolo o lunga piastrella di ferro verticale in cui sono praticati de' buchi a diverse altezze, onde poter produrre una pressione più o meno gagliarda.

una parte della stessa strada in cui la pendenza è piu ripida ed in cui un uomo col sistema precedente non può dirigere che otto furgoni, e consiste nel porre al primo furgone davanti una scarpa simile alla scarpa inglese rappresentata nella fig. 20, e che viene maneggiata da una sola persona; poi ai due furgoni più prossimi si applicano due piccole scarpe a coda diritta, con disposizione opposta, riuniti da un pezzo di legno assai rigido, e d'una lunghezza tale che quando la catena che accoppia i due furgoni è tesa, le due piccole scarpe si trovano diritte e non fregano contro le ruote. Si lasciano in seguito alcuni furgoni senza freno; poi al dodicesimo ed al tredicesimo si pone un altro sistema di piccole scarpe con una spranga rigida, e si lasciano infine liberi gli ultimi furgoni. Così disposte le cose, la persona si mette sul primo furgone, e se tiene la sua scarpa rialzata, tutte le ruote cominciano a girare per effetto della pendenza, le catene dei furgoni si tendono successivamente ed il convoglio scorre. Se egli vuol rallentarli comprime la sua scarpa: allora il primo furgone si rallenta, e quelli che vengon diatro, conservando ancora la velocità precedente, si sospingono l'un l'altro in modo che le catene si fanno pendenti invece di star tese. Ma tosto che le catene non sono più tese, l'asse di legno che riunisce ciascuna coppia di piccole scarpe le spinge indietro ed applica la loro superficie contro le ruote, il che rallenta a poco a poco il moto e dei furgoni che ne sono muniti e dei successivi. Quindi se il condottiere alza la sua scarpa, il primo furgone riprende a poco a poco maggior velocità, le catene si tendono e l'intero convoglio accelera il suo corso. Questo metodo ingegnoso di impiegare la velocità acquistata dal convoglio per raffrenare il suo corso è dovuto ad un meccanico di Rive-de-Gier, e non presenta che l'inconveniente di comprimere troppo forte e consumare troppo presto i quarti delle ruote per l'energico sfregamento esercitato sulle ruotaje. Il sistema delle doppie scarpe maneggiato da una persona sola non offre questo inconveniente, ed è di un uso più sicuro nella pratica; e perciò vi si dovette ritornare anche sulle grandi pendenze a cagione del rapido deterioramento delle ruote.

CAPITOLO TERZO.

INCROCIAMENTI E DIRAMAZIONI DI STRADE.

§. 72 Quando da una strada ferrata se ne vuol derivare un altra diretta ad un punto differente, si pongono al sito della deviazione due pezzi di ferro fermamente assicurati sopra lunghe lastre di pietra, uno dei quali diremo *spina* e l'altro *contro-spina*, disposti entrambi lungo la linea formata dalle ruotaje. La prima è di forma oblunga mobile attorno ad un perno pure di ferro (fig. 12), per cui s'applica contro la spranga della strada principale quando vi si vuole sviare un convoglio, o resta ripiegata da una parte quando questa strada deve restar libera (fig. 13). La contro-spina è una piastra di ghisa che ha due parti rilevate, l'una diretta a seconda della deviazione, l'altra sulla linea della strada principale (vedi fig. 14); però quest'ultima non è continua, ma lascia un certo spazio vuoto sino al principio dell'altra porzione saliente. Questo spazio è necessario per il passaggio dell'orlo laterale delle ruote, quando deve uscire dalla via principale per prendere quella di deviazione. Quando la spina è applicata contro la ruotaja della strada principale, l'orlo della ruota posta da questo lato ne incontra l'estremità e la svia dalla sua primiera direzione; e come non si oppone dall'altro lato alcun ostacolo a questa deviazione a motivo dello spazio vuoto lasciato pel passaggio dell'orlo dell'altra ruota, la prima sala trovasi deviata, e per consegnenza anche il resto del carro passa sul nuovo tronco formato nel prolungamento di questi due primi pezzi.

§. 73. La strada principale deve incontrare di nuovo una linea di questa diramazione, come scorgesi dalla fig. 12. Quest'incrociamento dev'esser fatto con un pezzo conformato in modo da lasciar libero il passaggio sulla strada principale. Si chiama *cuore* in termine d'arte e vedesi rappresentato dalla fig. 15. Stante che le parti salienti a cui s'attiene la ruota nel suo corso vengono ad essere interrotte in questo punto a mo-

tivo dell'incrociamento, ognuno vede che l'orlo della stessa non essendo più rattenuto potrebbe il carro facilmente forviare. Ad impedir ciò si è trovata una semplicissima invenzione, e consiste nel porre a tre centimetri incirca dalla spranga opposta al succennato cuore sulla seconda via una verga di ferro lunga circa un metro e mezzo, riunita solidamente alla ruotaja (fig. 12) per mezzo di due pulvini che abbracciano ambedue le spranghe. Questa verga così aggiunta è ricurvata alle due estremità in modo da avviare l'orlo della ruota che passa da quel lato e costringerla a star presso alla ruotaja. In tal modo guidata ad un tempo dalla spranga della strada e da quella aggiunta, questa ruota non può dunque togliersi dalla voluta direzione, restando assicurata la corsa del furgone senza bisogno di altro congegno direttivo all'altra ruota. Dapprima si credette di poter fare senza di queste spranghe addizionali armando lateralmente i cuori di orli rialzati disposti in modo da respingere le ruote nella direzione che si voleva prendessero: ma questi orli agendo per urto si sciupavano rapidamente, nè quindi potevano più impedire gli accidenti di deviazione (1).

§. 74. Quando la spina è aperta, i carri seguono la via principale; ma non essendo diretti nel loro corso dal lato della contro-spina, potrebbero (fig. 12) torsi di via a causa dello spazio vuoto lasciato su questo pezzo, se l'altra ruota non fosse trattenuta dalla faccia interna della spina che termina ad ugnatura e s'appoggia quando è aperta contro di un ostacolo stabile (fig. 15). Questa interna superficie della spina accompagna l'orlo della ruota al suo primo entrare nei pezzi di incrociamento, e resta spinta in fuori fino al passo più stretto che ha circa tre centimetri d'agio. Quanto al passaggio sul cuore, resta assicurato, sia nella strada principale come nella sua diramazione, per mezzo dei pezzi di spranga posti di contro allo stesso, come abbiamo esposto più sopra.

§. 75. Quando il corso dei carri, sia nell'andata che nel ritorno, debba sempre effettuarsi nella stessa direzione, si arma la spina d'una molla che la tiene o aperta o chiusa. La forza di questa molla è calcolata in

(1) La forma dei cuori descritta in questo paragrafo da Biot produce, come ha dimostrato l'espérienza, delle scosse ai furgoni nel loro passaggio a motivo del preconcepito moto rettilineo con una fortissima velocità, il quale tende a portare l'orlo della ruota sulle punte in rilievo del cuore, e per ciò si viene a logorare facilmente il pezzo e render pericoloso il congegno. Il Wood ha suggerita la forma espressa nella fig. 40 dove *i*, *k* sono due pezzi ricurvi e mobili attorno ad un perno, i quali ricevono dolcemente la ruota ed avviatala nella voluta direzione si richiudono da se per effetto di due contrappesi che agiscono col mezzo di carruccole in appositi pozzetti.

modo da poter cedere alla pressione dell'orlo della ruota che spinge la spina per passare nella direzione voluta.

§. 76. Per entrare nella strada principale servono gli stessi congegni che per uscirne. Queste deviazioni sono frequenti sulle strade ferrate ad una sola carreggiata. Su quella da Darlington a Stokton, che trovasi in simil caso, sono praticati simili artificj da ottocento in ottocento metri onde dar luogo al cambio dei convogli che si dirigono in un verso o nell'altro.

§. 77. Spesso due strade si riuniscono in una, come per esempio al passaggio delle gallerie cui l'economia ha obbligato a tener larghe appena per una carreggiata. Se in questo punto esiste un pendio sufficiente per cui il movimento dei furgoni sia più rapido in un verso che nell'altro, è util cosa il disporre il cambiamento di strada in maniera che il convoglio discendente segua la via principale, e trovi la spina aperta col mezzo di una molla; perocchè se il convoglio deve prendere la via di diramazione, avendo molta velocità nella discesa, la deviazione di strada non potrà farsi senza una sequela di piccoli urti che prontamente distruggono la spina, benchè sia rattenuta da una molla, od almeno queste scosse smoveranno la pietra che la porta, impedendole di poter operare la deviazione dei carri; per cui tenendole a questo modo sia aperte sia chiuse col mezzo di una molla a seconda della direzione del corso, si evitano molti inconvenienti.

§. 78. Non è mai abbastanza raccomandato che le deviazioni si facciano ad angolo ottusissimo, per non guastare nè le ruote nè le boccole dei furgoni nè i pezzi d'incrociamento; e ciò quando riflettasi alla forma simmetrica de'carri che si adoperano sulle strade ferrate. La lunghezza degli incrociamenti non dev'essere mai minore di 10 metri dalla spina al cuore, e nelle ordinarie deviazioni della strada di Manchester e di Lione misura fin anco 20 metri. Evidentemente poi per una stessa strada questa lunghezza dev'essere pressocchè uniforme, perchè dalla medesima vien determinato tanto l'angolo d'incontro di due carreggiate, quanto il modello con cui devono essere fabbricati i diversi pezzi, suggerendo l'economia che si facciano eguali tra di loro onde poter sostituire l'uno all'altro. Ciò però ha un limite nelle circostanze locali.

§. 79. A Sunderland molte piccole strade ferrate destinate allo scavamento del carbon fossile presentano delle deviazioni piuttosto aspre. Si è però rimediato a questi inconvenienti che guastano la spina ed impediscono il facile scorrimento dei carri, sostituendo una particolare invenzione alle ordinarie spine di ferro. Al sito di deviazione sono disposti l'uno di fronte all'altro due pezzi di ghisa della stessa figura di quelli

che abbiam distinti col nome di contro-spine, sull'una delle quali gira un pezzo di legno della lunghezza di un metro e mezzo e dell'altezza d'un decimetro, che prende la ruota nella sua superficie interna e la obbliga ad entrare nella seconda via (vedi fig. 17). Questa spina di legno ha il suo punto d'appoggio in *I*, ed è mantenuta al posto da un contrappeso *P*. La figura mostra a sufficienza il giuoco di questo pezzo. Quando i carri seguono la strada da *A* in *B*, direzione dalla miniera al sito di scarico, la ruota che rade la spranga spinge questa spina che cede e passa senza difficoltà. Al ritorno dei carri la spina di legno prende la faccia interna della prima ruota, ed il resto del carro la segnita e s'avvia nella nuova strada. Questa maniera d'incrociamento è molto sicura; ma bisogna che la grossezza della spina di legno possa capire fra le due strade, e questa spina per essere sufficientemente solida dovendo avere almeno 3 pollici (*m.* 0, 076) di spessore, fa sì che l'incrociamento sia preso ad angolo non troppo ottuso, il che non è piccolo difetto per la durata dei furgoni.

§. 80. Le deviazioni producendo sempre degli urti più o meno sensibili, è cosa importantissima che i pezzi che servono a questo oggetto sieno solidamente formati, ed assicurati in modo invariabile colle ruotaje a cui corrispondono. Perciò sul dado di pietra che porta ciascun pezzo dell'incrociamento si pongono dei pulvini doppi, in cui vengono collocate le estremità di queste ruotaje, le quali vi sono fermate con una zeppa di rovere come al solito; ma v'abbisogna una singolare diligenza perchè l'imboccatura di questi doppi pulvini corrisponda perfettamente alla direzione della ruotaja che vi si deve appoggiare, potendo uno sbaglio in quest'accordo esser cagione di funesti accidenti. La spina è sostenuta ne' suoi movimenti da due o tre piastrelle di ghisa che sono fermate ai pulvini, i quali portano la spranga contro cui la spina stessa viene a fermarsi (fig. 13).

§. 81. Dove le pietre da taglio sono rare, i pezzi d'incrociamento si assicurano sopra zoccoli di legno, sostituzione riprovevole, perchè il legno mal coperto di terra imputridisce molto facilmente. Sulla strada da Andrezieux a Roanne che si trovava in questa condizione, si giudicò più vantaggioso di sopprimervi tutti i pezzi di ghisa negli incrociamenti, e di sostituirvi delle teste di spranghe fermate sopra dadi come al solito. Così per riguardo alla spina i pulvini su cui si appoggiano le spranghe della strada principale, e che portano al tempo stesso il perno ed il corpo della spina medesima, sono fermati semplicemente sopra dadi invece di poggiare su di una lunga lastra di pietra. Alla contro-spina è surrogata una

spina che funziona all'opposto accompagnando la ruota per di dentro, mentre l'altra l'accompagna per di fuori. È appoggiata come l'altra sopra dadi, ed unita alla prima con un'asticella di ferro in modo che spostando l'una resta al tempo stesso spostata anche l'altra. Questo sistema di contro-spine è usato in Inghilterra su parecchie strade, ma le due punte vi sono in generale separate, il che produce una perdita di tempo. D'altronde quando le due spine sono così collegate insieme, il loro spostamento può farsi difficile per poco che sfreghino contro terra. Finalmente il cuore, che è il pezzo il più grosso degli incrociamenti, è surrogato da due teste di spranghe saldate assieme, e fermate sopra dadi che portano dei pulvini doppi, i quali trattengono ad un tempo lo due teste di spranga. Questo sistema presenta qualche economia nella prima spesa, ma sembra meno solido di quello delle piastre di ghisa fermate a lunghi pezzi di pietra, e può cagionare delle spese di manutenzione piuttosto forti. Nella nota (1) si può vedere la minuta del costo d'un incrociamento completo eseguito secondo il sistema ordinario.

(1) La totale lunghezza dell'incrociamento si suppone di 40 metri.

Due cuori di ghisa co' rispettivi pulvini pesano chil. 408 a fr. 40 per 100	fr.	163. 20
Due lastre di pietra per sostenere i cuori della totale lunghezza di piedi 12 a fr. 1	»	12. 00
Impiombatura de' cuori sulle pietre a fr. 4 cadauno	»	8. 00
Posizione in opera.	»	2. 00
Totale spesa de' cuori	fr.	185. 20
Due capi di spranghe opposte al cuore lunghe cadauna m. 1. 50 a chil. 13 ⅓ per metro: chil. 40 a fr. 35 per cento	fr.	14. 00
Quattro pulvini e traverse in legno compresa la posizione in opera . .	»	6. 00
In tutto	fr.	20. 00
Due contro-spine di ghisa del peso di chil. 212 compresi i pulvini a fr. 40 per 100	fr.	84. 80
Due lastre di pietra per appoggio delle stesse della lunghezza unita di piedi 9. 4 a fr. 1.	»	9. 33
Impiombatura in pietra a fr. 4 cadauno	»	8. 00
Posizione in opera.	»	2. 00
Totale per una contro-spina	fr.	104. 13
Due spine di ferro colle caviglie: chil. 39 a fr. 1.	fr.	39. 00
Sei pulvini di ghisa per sostegno: chil. 36 a fr. 40 al 100.	»	14. 40
Due lastre di pietra.	»	9. 33
Impiombatura	»	8. 00
Posizione in opera.	»	2. 00
Totale per una spina	fr.	72. 73

Segue il Riassunto.

§. 82. A Liverpool ne' punti di deviazione fu praticato un altro metodo che merita d'essere indicato per essere formato senza alcuno dei pezzi testè descritti, essendosi ad essi sostituite delle ruotaje mobili per mezzo di aste di ferro poste sotto terra, riunite ad un eccentrico situato ad un lato della strada, e basta far muovere questo eccentrico, sia in un verso sia nell' altro, per portare queste ruotaje mobili o sulla linea principale o su quella di deviazione. Questa invenzione, che pare semplice al primo aspetto, esige maggior tempo per la sua manovra che non è richiesto dallo spostamento di una spina nel sistema ordinario (1). Perciò non sarebbe applicabile che ai siti di scarico dove lo sbocco d'una gran quantità di vie renderebbe il numero dei pezzi d'incrociamento troppo considerevole; e d'altronde in questi punti, in cui regna una grande attività, trovansi sempre delle guardie per sorvegliare il servizio, le quali potrebbero essere adoperate anche ad eseguire le manovre richieste da questo genere d'incrociamenti (2).

Riassunto.

Due cuori	fr.	185. 21
Due pezzi di spranga opposti ai cuori	"	20. 00
Due contro-spine	"	104. 13
Due spine	"	72. 73
Quaranta metri di ruotaje messe a posto a fr. 14. 50 per ogni metro di carreggiata	"	580. 00
Totale	fr.	962. 07

Biot.

È qui però necessario l' avvertire che i prezzi sono adattati al valore de' materiali in Francia, e che tanto i pesi esposti da Biot per i diversi pezzi, quanto le dimensioni delle lastre di sostegno sono state giudicate deboli dalla pratica come avemmo occasione di osservare altrove.

(1) Vedi la fig. 41 che rappresenta il congegno in simil caso adoperato ad un trivio della strada di Brussella, e che poco differisce dal qui descritto da Biot per la strada di Liverpool. Quivi A è il congegno aperto per una delle diramazioni, B per la via principale, e C per la diramazione opposta.

(2) Riassumendo il fin qui esposto, vedesi che onde nelle deviazioni possano i furgoni passare per ambe le strade in una direzione, e nell'altra è necessario che un uomo li preceda e disponga le spine nel modo favorevole al passaggio, oppure che ciò venga eseguito da una apposita guardia. Questo non occorre quando tali diramazioni servono per render doppio un tratto di strada, vuoi per approvigionamento d'acqua o di legna, vuoi per carico e scarico di merci, vuoi finalmente per aumentare il numero delle corse giornaliere sulla strada, affinchè mai non s'incontrino due convogli che viaggino in direzione opposta. Allora per la via principale proseguono i carri che vanno e trovano le spine opportunamente disposte, e prendono la via secondaria quelli che vengono, aprendo nel rientrare nella principale coll'orlo stesso della ruota, le spine che sono tenute costantemente chiuse

§. 83. Tutte le deviazioni e le diramazioni di strade che si dipartono dalla linea principale lungo la tratta destinata alla circolazione attiva dei furgoni devono essere necessariamente tracciate sotto angoli assai ottusi onde evitare ogni ritardo nella rapidità del servizio principale. Ma sulle parti estreme della linea, dove la merce dev' essere caricata o scaricata, occorre una grande moltiplicazione di strade per portare i convogli ai differenti punti dove si devono eseguire queste operazioni. Manca allora spesso volte lo spazio sufficiente per dare un angolo abbastanza dolce alle diramazioni: spesso è anche necessario che i carri sieno portati in una direzione perpendicolare alla strada principale. È allora che si adoperano le *platee giranti* circolari (fig. 19). Queste platee o intavolati hanno un asse nel mezzo che imperna in una ralla fissa nel suolo, e sono sostenute da quattro ruotelle di ghisa che scorrono sopra una lamina di ferro circolare posta al di sotto. Vengono esse situate nel mezzo della strada e munite con tronchi di ruotaje che formano seguito alle ruotaje ordinarie. Quando un furgone vien condotto su questi tronchi di ruotaje, due o tre uomini girano la platea sia col mezzo di bastoni attaccati ad anelli fissi alla platea medesima, sia spingendo lateralmente il furgone se è carico, e lo fermano quando le estremità delle spranghe della platea coincidono colle ruotaje della nuova strada in cui il furgone deve entrare. È chiaro che le teste delle spranghe della platea e delle ruotaje della strada devono coincidere perfettamente perchè il furgone non esca dalla via passando dalla platea alla strada, e reciprocamente; la quale esattezza dipende dalla centralità dell' asse della platea, la quale viene d'ordinario regolata per mezzo di viti di pressione fisse alla intelaiatura che porta l' asse e la lamina su cui scorrono le ruotelle. Alcune volte si fa il perno robustissimo e molto più lungo: allora si risparmiano alcune membrature alla platea se è di ghisa, ed assicurandolo nella sua ralla e regolandolo con delle viti di pressione si fa a meno delle ruotelle. Queste ultime platee sono molto più solide e non hanno alcun movimento d' oscillazione laterale, ma costano molto più delle precedenti.

§. 84. Nei luoghi di carico manca spesso lo spazio per passare da una

per mezzo di molle, come accenna Biot, o meglio per mezzo di contrappesi che agiscono sotterraneamente in appositi pozzetti mediante funi e ruotelle di ghisa. Fu pure immaginato un altro modo nel caso che i convogli che corrono in una direzione dovessero seguir sempre una via, ed un'altra quelli che passano nell'altra, il quale è fondato sulla tendenza che hanno i furgoni di continuare il loro moto in linea retta, e con ciò evitasi affatto l'impiego delle parti mobili. L'ispezione della fig. 42 ne spiegherà il congegno meglio che non potremmo fare a parole.

strada all'altra situata parallelamente alla stessa, perchè la distanza dalla spina al cuore essendo almeno di 10 metri per un incrociamento ordinario, per l'estensione totale del congegno occorrono necessariamente 20 metri, i quali devono restare continuamente liberi, il che spesso diventa impossibile nei luoghi di carico ingombri di furgoni. L'invenzione delle *platee a scorrimento* rimediò a tale inconveniente. Sotto questa denominazione si intendono (fig. 18) delle platee rettangolari che portano alla loro superficie superiore dei pezzi di ruotaje diretti a seconda delle due strade, e che col mezzo di girelle si muovono su due linee di spranghe di ferro perpendicolari alla direzione delle ruotaje, e traversanti l'una e l'altra strada. Le ruotaje superiori della platea essendo a livello delle ruotaje delle due strade paralelle, quando si vuol far cambiare di strada ad un furgone lo si spinge sull'impalcatura, si tira la platea stessa con delle corde e la si ferma allorchè vedesi che le ruotaje che vi sono attaccate sopra coincidono con quelle della nuova strada. Allora spingesi il furgone su questa strada, e si riconduce il palco al suo posto. Quando il furgone è vuoto basta un uomo a questa manovra.

CAPITOLO QUARTO.

MODI DI CARICO E SCARICO.

§. 85. Siccome il numero dei furgoni che percorrono una strada ferrata è sempre limitato, e siccome la distribuzione dei convogli nelle stazioni di carico e di scarico è sempre piuttosto difficile; così importa assaissimo che le merci possano essere caricate o scaricate con prontezza, affinchè i furgoni stieno fermi il minimo tempo possibile in questi luoghi dove rimangono oziosi senza offrire alcun prodotto. Per conseguire questo intento bisogna, 1.° che le merci sieno il meglio possibile facili a caricarsi e scaricarsi; 2.° che sieno spedite in gran quantità per ischivare le manovre delle differenti specie di furgoni adattati ad ogni qualità di merce che si vuol trasportare; 3.° che le stazioni di carico e scarico sieno fornite delle convenienti macchine onde facilitare queste due operazioni.

§. 86. I diversi generi di trasporto che possono rendere conveniente la formazione di una strada ferrata, si possono classificare nell'ordine seguente desunto dalla facilità che porgono di essere caricati o scaricati:

1.° I viaggiatori — Si caricano e scaricano da sè.

2.° Il carbon fossile. — Si carica e scarica facilmente.

3.° La pietra da calce — Si trova nella stessa condizione, ma i suoi angoli essendo più duri, logorano i furgoni nello scaricarla.

4.° Le balle di cotone e i sacchi di grano.

5.° Il ferro, la ghisa, le pietre da taglio, i mattoni ed altre materie — Richiedono tempo maggiore nell'assettarle e nello scaricarle, sia per il peso delle loro masse, sia per la loro forma irregolare ed ingombrante.

§. 87. Il carbon fossile venendo trasportato in grande quantità, la manovra del carico può fornire un lavoro press'a poco regolare ad un numero determinato di persone che ad un prezzo moderato lo portano nei sacchi dal luogo dove è depositato, ai furgoni che devono trasportarlo. Egli è però

più vantaggioso pei cavatori di formare, quando si possa, una diramazione dalla strada principale sino ai pozzi d'estrazione. Rialzando convenientemente l'orifizio di questi pozzi, il carbone estratto si versa direttamente per mezzo di canali fatti con tavole nei furgoni collocati al di sotto, evitando, per così dire, ogni spesa di mano d'opera per il carico. Questa invenzione fu anche perfezionata in Inghilterra dove se ne trasse partito per separare le diverse qualità di carbone per mezzo di graticole disposte lungo i canali summentovati. Questa separazione si eseguisce anche in Francia col mezzo di un crivello a mano che richiede del tempo e della diligenza, e la rende assai costosa. Non se ne può nullostante fare a meno, essendovi una differenza sensibile nel valore venale del carbone estratto da una stessa cava a seconda che trovasi in pezzi grossi o piccoli, la qual differenza di prezzo dipende in parte dall'essere quello in piccoli pezzi, che viene distinto col nome di minuto, maggiormente misto di terra e di materie estranee, e dal presentare conseguentemente minor utile all'acquirente. A S. Stefano 100 chilog. di carbone in grossi pezzi costano da un franco e mezzo ai due franchi, mentre il minuto non si vende che per 4, o 5 soldi a parità di peso.

§. 88. Proporzionata dunque all'importanza attaccata dal compratore alla dimensione dei pezzi deve essere la cura nelle diverse operazioni occorrenti pel trasporto del carbone dal luogo d'estrazione a quello dove dev'esser venduto. Perciò quando viene trasportato per una strada ferrata dalla cava al mare dove si dove imbarcare, bisogna scaricarlo colla maggior possibile diligenza dal furgone nella nave che lo deve ricevere. Questa operazione presenta delle difficoltà, a motivo della elevazione che le strade ferrate devono avere superiormente ai punti d'imbarco onde si trovino fuori del pericolo delle alte maree. Se il carbone è in piccoli pezzi per cui non si tema di frantumarlo, basta porre sotto le cateratte dello scalo dove fa capo la strada ferrata un canale inclinato di tavole che diriga il carbone nel battello: ma se trovasi a grossi pezzi e ricerchi conseguentemente maggiore cura, allora si usa porre sulla sponda stessa della riva una specie di altalena o braccio di leva la cui estremità superiore porta un telajo di legno sufficientemente solido per ricevere il furgone, e all'altra estremità è caricata d'un conveniente contrappeso. La fig. 30 porge il disegno di uno di tali macchinismi stabilito in uno dei punti di scarico del porto di Sunderland. Una doppia scarpa circolare di legno sfregante contro legno serve a rallentare la discesa del furgone fino al punto dove si vuol fermare e vuotare, ed il contrappeso è calcolato in modo che basta allargare la scarpa perchè il furgone vuoto rimonti da sè al livello

della strada ferrata. Quando il palco è tornato a posto, lo si assicura col mezzo di un uncino alla parte fissa della steccata, e si ritira il furgone vuoto per sostituirvene uno pieno. Questa manovra si eseguisce rapidamente col mezzo di due uomini posti l'uno sul furgone e l'altro alla leva L, che gli basta di sollevare perchè le scarpe s'allentino (fig. 30). Quando la leva L è libera, il peso P tiene le scarpe serrate in modo che non può mai succedere inconveniente. La manovra dello scarico può costare 10 soldi per furgone. Una macchina di queste vale almeno 4000 franchi e può scaricare 150 furgoni al giorno.

§. 89. Nello stesso porto e sulla Tyne esistono altre macchine costrutte allo stesso fine, ma d'una forma un po' differente. Il braccio di leva che porta il carro alla sua parte superiore gira intorno all'altra estremità, acquistando così una portata molto maggiore, che non se avesse il suo centro di rotazione nel mezzo della sua lunghezza. Resta rattenuta nel suo moto da due grosse gomene di sezione quadrata che portano un contrappeso posto sotto lo scalo dell'imbarco. È questa disposizione adottata generalmente quando le navi che ricevono il carbone non possono avvicinarsi troppo agli scali per non arenarsi nelle sabbie che vengono depositate dalle maree. Presenta per altro un grande inconveniente, ed è quello d'affidare la massa del furgone ed il suo carico a dei canapi che sempre si logorano rapidissimamente. Del resto il movimento è regolato per mezzo di scarpe circolari di legno, come nel precedente sistema, ed il contrappeso fa ritornare da se il carro vuoto al livello della strada ferrata.

§. 90. Una delle strade ferrate che fan capo alla Tyne, e precisamente quella conosciuta sotto il nome di *Brunton and Shield railway*, ha una maniera d'imbarco singolare che merita d'essere qui indicata. Adoperansi su questa strada dei furgoni che a dimensioni sono la metà degli ordinarj, e consistono in una cassa oblunga col fondo fisso, ed il davanti apribile. Essendo uno di questi carri condotto sull'imboccatura di un canale diretto verso il bastimento che deve essere caricato di carbone, vi si attacca per di dietro una gomena che porta un contrappeso all'altra estremità, e lo si spinge poscia nel canale. Allora quella porzione del suo peso che si trova decomposta parallelamente alla pendenza, solleva il contrappeso, e la sua discesa è regolata da un freno circolare analogo a quello superiormente descritto. Giunto il carro a un certo punto si stringe la scarpa: egli si ferma, s'apre la sua parete anteriore, ed il carbone scorre entro una cassa inclinata disposta sul colatojo: vuoto che sia si rialza per mezzo del contrappeso, mentre la cassa discende lentamente lungo il canale fino alla tolda del bastimento

dove se ne apre il fondo onde n'esca il carbone; il che fatto, per mezzo di un secondo contrappeso la cassa riascende come il carro. Con questa manovra non si guasta il carbone. Si sarebbe forse potuto far discendere il carro lungo il piano inclinato fino al bastimento: ma probabilmente il travasamento nella seconda cassa fu stabilito per accelerare l'operazione che sarebbe stata altrimenti troppo lenta, giacchè ogni carro ha dimensioni una metà meno degli ordinarj. Così mentre la cassa discende, si vuota e torna al posto, si ha tempo di rialzare il carro vuoto e sostituirne uno pieno.

§. 91. Noi non descriveremo qui le grue e le altre macchine che possono servire allo scarico delle materie di grande volume e peso, come i sacchi di grano, i pezzi di ghisa, le pietre da taglio, e simili, non avendo in sè cosa che le diversifichi dalle comuni. Indicheremo soltanto una macchina assai ingegnosa adoperata sulla strada ferrata da S. Stefano alla Loira per sollevare simili massi o qualunque altro carico posto in casse mobili, e farlo passare dai furgoni della strada ferrata sopra carri ordinarj. Consiste questa macchina in una grua mobile che scorre sopra di un'impalcatura sostenuta da due pilastri di pietra, e stabilita al di sopra della strada principale perpendicolarmente alla sua direzione. Ponendo il furgone ed il carro paralellamente l'uno all'altro fra i due pilastri, il traslocamento si eseguisce con celerità; però la costruzione di questa macchina costa assai. Quanto ai modi di pesare possono impiegarsi delle bilancie simili a quelle che servono sulle strade ordinarie (1).

(1) Queste bilancie possono con facilità ed economia essere situate sotto le platee giranti, delle quali ve ne sono sempre varie nelle stazioni di carico e scarico pel disimpegno dello spazio. Con ciò servirebbero esse a doppio uso.

CAPITOLO QUINTO *.

PRECETTI SPECIALI PER LA PREPARAZIONE DEL FONDO ALLE STRADE FERRATE E LORO INCROCIAMENTO COLLE STRADE COMUNI.

§. 92. Il tracciamento di una strada ferrata e la materiale costruzione del suo fondo in modo che acquisti la solidità necessaria affinchè le ruotaje non si muovano od avvallino a distruggere l'allineamento ed il livello prefisso, ad onta della instabilità del suolo e di tutti gli ostacoli fisici che può opporvi la conformazione e la natura del paese pel quale passa, non discostasi in massima da quanto continuamente occorre nel tracciamento e nella costruzione delle strade comuni, le quali opere, vaglia il vero, si sanno fare da noi al pari e meglio che altrove. È chiaro però che a motivo delle piegature pochissimo marcate e delle pendenze ristrette fra angustissimi limiti, specialmente per le strade soggette a grandi velocità, le difficoltà per una strada ferrata devono enormemente aumentarsi e tanto da non potersi superare senza gravissime spese ed ardite opere che richiedono tutti i sussidi d'un arte provetta. Basta infatti porre gli occhi sui principali progetti mandati ad esecuzione in questi ultimi anni per restare sorpresi a quanto s'è potuto fare, e dover confessare, avere le strade ferrate dato le più grandi occasioni allo sviluppo dei mezzi tutti dell'arte, ed aver prodotto le più maravigliose opere moderne relative alla statica architettonica.

§. 93. La strada di Liverpool corre qui alla mente per la sua costruzione veramente ardita e magnifica. Non si dubitò presso Manchester di attraversare il pantano di *Chat-Moos* formato dal fiume Irwel, il cui fondo era tanto molle che un palo di ferro vi si affondava pel proprio peso in certi siti fin 10 metri, asciugandolo possibilmente e riportandovi un qualche mezzo milione di metri cubi di terra lungo la linea a formar terrapieno, finchè col proprio peso avesse sufficientemente compresso il

* Aggiunta del traduttore.

suolo spugnoso e molle, e si fosse formata una carreggiata abbastanza solida. Nello scoglio del monte Ulivo si fece un taglio verticale largo da m. 7, 50, e profondo da m. 20: a Roby si alzarono arginature alte fin 15 metri, e si attraversarono valli per mezzo di viedotti in muratura, e si traforarono monti per lunghi tratti, tra i quali non è a tacersi il maggiore presso la città di Liverpool della lunghezza di circa 2000 metri, ricavato fra scogli, ardesie molli e sabbie mobili col sussidio di difficili e robustissime puntellature e di sette pozzi verticali in muratura, che servivano a calarvi gli uomini ed i materiali di costruzione e ad estrarre le escavazioni, pei quali fu dato contemporaneamente principio al traforo che così restava diviso in otto tronchi parziali. Non occorre poi di far cenno delle famose arginature di Halton sulla strada di Leeds e Selby alte sedici e più metri, e della strada ultimamente aperta da Londra a Greenwich con dispendio veramente enorme, la quale affine di non interrompere le comunicazioni ed il commercio attivissimo delle città entro cui corre fu portata interamente sopra areate alte dal suolo da sei e più metri. Gli addotti esempi però, tuttocchè straordinarj, se mostrano col fatto l'importanza delle strade ferrate, non sono di opere esclusive a questo genere di costruzioni, e se ne trovano i precetti in tutti i migliori trattatisti di statica. Noi non ci occuperemo che dei soli precetti ad esse speciali.

§. 94. Le strade ferrate o sono condotte per pianure, od attraverso valli e monti. Nel primo caso nessuna difficoltà vi si oppone tranne l'assodamento del fondo; nel secondo bisogna sostenerle mediante arginature o viedotti d'opera muraria, di legno, di ghisa od anche a catene sospese; nell'ultimo è necessario perforare il monte formandovi dei cunicoli aperti o coperti a seconda della profondità loro e della qualità delle materie da cui è costituito il monte stesso.

§. 95. Quando trattasi di condurre la strada in piano o sopra argini d'ordinaria altezza, la distanza dalle esterne ruotaje al ciglio delle fosse che determinano la larghezza del fondo stradale sarà tenuta fra i limiti di un metro ad un metro e mezzo. Sui grandi terrapieni di Halton essa fu portata fino a m. 3, 50 nella mira di potervi disporre delle ruotaje ausiliarie nel caso di una riparazione alle principali, per non interromperne il servizio; e sulla strada di Lione fu limitata a m. 0. 70, cadendo nell'eccesso opposto. Tuttavia non è a tacersi che in molte strade in pendio dell'Inghilterra, frequentate giornalmente da 300 a 400 furgoni, il marciapiede non è più largo di m. 0, 60. Noi però non ci fideremo di questo estremo, specialmente per le tratte in rialzo formate con terre di recente riporto, perchè possano presentare una sufficiente solidità contro i danni che tende

a produrre il tremolio risultante dal passaggio dei convogli, specialmente quando trattasi di grandi velocità.

§. 96. A proposito dei terrapieni recenti avvertiremo ancora che di prima costruzione è necessario porre i pulvini sopra traverse di legno, le quali premendo il fondo con una superficie maggiore e dando maggior collegamento al sistema, impediscono meglio gli affossamenti eventuali, ed i parziali scompaginamenti della via. Quando poi col tempo e pel naturale assettamento della materia ha preso maggior consistenza e stabilità, allora si sostituiscono ai traversi i dadi di pietra. D'altronde siccome il costipamento succede gradatamente, e per mantenere la strada sotto la prefissa linea di profilo è necessario di tempo in tempo lo spargervi del nuovo materiale, ciò riesce di più facile esecuzione con questo sistema provvisionale.

§. 97. Nè viedotti la larghezza dello spazio tra il parapetto e la linea esterna delle ruotaje varia dai m. 0,70 ai m. 2,70. Però qui pure sembra che la larghezza di m. 1,50 sia bastante, e tale si è quella de' grandi viedotti di Newton e di Sankey sulla strada di Liverpool. Questi viedotti sono d'opera muraria, ma per l'un d'essi l'argine non è compito fino alla spalla di rinfianco, e vi si giunge per mezzo di un ponte di legno lungo dai 30 ai 40 metri. Un viedotto con piloni e spalle di muro ed impalcatura di legno trovasi sulla via di Roanne ed un altro tutto in legno presso di Preston. Se ne fece uno in isbieco per far passare la strada ferrata di S. Elena su quella di Liverpool, ed un altro simile sul fiume Irvel presso Manchester. Finalmente presso Stockton esiste un ponte sospeso di 75 metri d'apertura che congiunge quella strada con quella di Darlington. I furgoni partono dalla sponda sinistra da un piano più elevato che non è la impalcatura del ponte, e scendendovi pel proprio peso di gravità acquistano la velocità necessaria per far loro guadagnare la sponda destra.

§. 98. Le strade incassate e le gallerie sotterranee devono lasciare tanto spazio che vi sia un agio di m. 0,5 a m. 0,6 per parte fra il carico dei convogli e le pareti laterali. Nelle gallerie poi sembra sufficiente una distanza di m. 0,70 tra il punto superiore del porta-carico ed il cielo della volta (strada di Preston). Ma quando trattasi del passaggio di vetture con persone, bisogna abbondare in queste misure, lasciare lateralmente almeno uno spazio di un metro per parte, e dar loro, come nella galleria di Liverpool, un'altezza non minore di metri quattro. Queste gallerie però non sono percorse da macchine a vapore. In quest'ultimo caso bisogna aver riguardo all'altezza dei fumajuoli delle macchine stesse che è di

circa 4 metri sopra delle ruotaje, ed al fumo che sviluppasi da essi per la combustione del carbon fossile, e che corrompendo l'aria respirabile arreca grave incomodo ai viaggiatori. Ecco in proposito i precetti che dà Lardner nel suo trattato delle macchine locomotrici. 1.° L'altezza non sia mai minore di metri otto ai dieci, e sia sussidiata da fori aperti lateralmente o superiormente o da altri mezzi di ventilazione. 2.° L'oscurità, l'umido ed il freddo sconsigliando l'uso delle gallerie quando trattasi del trasporto di persone, si devono possibilmente evitare o almeno tenerle più brevi che sia possibile, prolungando le tratte aperte alle imboccature. 3.° Gli inconvenienti che sono recati dalle gallerie si fanno maggiori quando la strada è in ascesa. L'aria respirabile in questo caso si corrompe in proporzione dell'aumento necessario della forza motrice. Se la salita è nel rapporto di $^1/_{100}$, l'aria si farà doppiamente corrotta che in un piano; il triplo se di $^1/_{150}$ ed il quadruplo se di $^1/_{100}$. 4.° Quando sia di assoluta necessità di formare una galleria in salita, bisogna quivi andar più larghi ed abbondare nelle dimensioni in quella proporzione stessa con cui cresce la resistenza nel tiro. 5.° Ogni 18 metri almeno si pratichi un'apertura per la ventilazione. 6.° Durante il passaggio di un convoglio per una galleria sotterranea i pozzi o finestre non possono somministrare alcuna efficace ventilazione. La macchina lascia dietro di sè il fumo corrotto che vien generando, il quale circonda ed avviluppa il convoglio prima che trovi quella via d'esito. Si deve quindi tenere tanto ampio il cunicolo da prevenire possibilmente ogni svantaggiosa conseguenza. 7.° Perciò le gallerie praticate da macchine a vapore non si faranno più lunghe di ottanta metri, e meno ancora quando trattasi di tronchi in salita.

§. 99. Le strade ferrate alle volte sono destinate ad attraversar pantani o terreni molli ed instabili. Abbiamo accennato al principio del capitolo come si giunse ad assolidare il terreno in simil caso sulla strada di Liverpool pel traverso della palude dei Gatti (*Chat-Moos*) presso Manchester. Ma quelle operazioni che importano spese così enormi non sono convenienti in tutti i casi. Sulla strada da Garnkirk a Glascow si dispose da prima il fondo con un letto di fascine dell'altezza di m. 0,10, che fu ricoperto d'uno strato di terra forte o ghiaja per l'altezza di m. 0, 25. Sopra questa base si collocò una fila di correnti longitudinali collegati da traversi pure di legno, sui quali si posarono altri correnti più solidi che portano i pulvini e le ruotaje. Lo spazio fra le ruotaje costituente la carreggiata si riempì di pietrame pur bene costipato, il resto si colmò con materia meno solida.

§. 100. Il metodo però più semplice e quindi preferibile nella pluralità

dei casi è quello adoperato in analoga circostanza da Ph. Taylor sopra una diramazione della strada di Pontipool nel paese di Galles. Egli vedesi espresso nella fig. 43, e consiste in pali conficcati nel terreno e leggermente inclinati nel senso trasversale situati alla distanza di m. 0,94 da centro a centro, e riuniti con correnti e traversi su cui basano i pulvini corrispondentemente a cadauna testa di palo. Una consimile costruzione fu usata nella strada di Carlestown in America, dove per l'altezza della strada sopra il livello del sottoposto fondo pantanoso, che in alcuni siti sale fino a m. 5, 50, i pali furono rafforzati da puntelli inclinati fermati al piede contro dei ficconi solidamente piantati nel terreno, come viene espresso nella fig. 44.

§. 101. In ogni caso bisogna che il fondo sia mantenuto asciutto. Siccome in generale le strade ferrate hanno poca pendenza longitudinale, lo sfogo delle acque bisogna procurarlo lateralmente per mezzo di fosse o cunette da una sol parte quando è ad un sol binario di ruotaje e stretta, disponendo la carreggiata ad un solo pendìo, o da ambe le parti quando la strada è d'ampia sezione disponendola a piccola arcuatura. Ove le ruotaje restano poco alte da terra impediscono lo scolo. Allora è d'uopo cavare de' rigagnoletti fra i dadi che si riempiono di ciottoli tondi, i quali lasciano facilmente filtrare l'acqua, come fu praticato a Roanne; per non indebolire la resistenza del terreno contro i dadi che abbisognano d'un saldo appoggio. Il mantenere asciutto il fondo della strada interessa la sua stabilità non solo, ma anche la durata delle ruotaje e degli altri pezzi di ghisa e di legno che per una continuata umidità possono andar soggetti più presto alla ossidazione ed all'infracidimento. Però ove il piano stradale fosse obbligato per circostanze insuperabili ad un livello inferiore a quello delle sotterranee sorgenti naturali, alle quali non si potesse procurare un libero scolo, basterà perchè la strada sia praticabile che l'acqua non oltrepassi in elevazione il piano superiore dei dadi.

§. 102. Finalmente noteremo che nel tracciamento del profilo delle strade ferrate non bisogna tralasciare studio onde evitare le contropendenze, le quali sono sempre a scapito della velocità e della economia, elementi principali alla buona riuscita di questo genere di lavori, senza de' quali il suo effetto agguagliandosi a quello delle strade comuni riesce di nessuna importanza, e quindi l'opera svantaggiosa. Non occorrono calcoli matematici per restare persuasi che il di più della forza motrice che impiegasi per salire un'erta onde ridiscendere ad un piano quasi a livello di quello di partenza, o viceversa discendere una valle per riguadagnare il livello primitivo, è consumato inutilmente, e quindi o ritarda

la celerità del cammino, o richiede il sussidio di più efficace motore con aumento considerabilissimo di spesa. L'ingegno ed il criterio dell'architetto sta in ciò appunto di saper bilanciare la grave spesa primitiva, per evitare simili controppendenze, di sterri od altre grandiose opere d'arte, colla maggiore spesa di trasporto che producono, estendendo le sue viste allo scopo della strada, ed alla speditezza di servizio che ne può trarre.

§. 103. Accade spesse volte che le strade ferrate attraversano nella loro direzione delle strade comuni o delle altre strade ferrate. Ciò si può fare in tre modi: o sovrappassando con un ponte, o sotto passando per un traforo, o incrociandosi sullo stesso piano. I primi due sistemi sono i più sicuri ed i più generalmente adottati specialmente per l'incontro di due strade ferrate, o d'una strada ferrata ed una postale molto frequentata. Nell'uno e nell'altro modo si avranno quei riguardi per le dimensioni di altezza e di larghezza del ponte superiormente accennate per le gallerie e pe'viedotti.

§. 104. Ma si danno delle circostanze in cui essi sistemi non possono essere adottati senza gravi inconvenienti. Allora bisogna assolutamente che le strade abbiano un livello comune, e le leggi inglesi prescrivono per questa circostanza una differenza massima fra i due piani stradali di 25 millimetri. La tratta della strada comune da attraversarsi viene selciata per la necessaria larghezza, e ne' casi di vie di poca importanza viene attraversata dalle ruotaje risaltanti per l'altezza sufficiente sopra il selciato stesso. Quando però le strade comuni sono piuttosto attive, importa che le ruotaje sieno incassate in una cunetta, come vedesi espresso in pianta nella fig. 45 ed in sezione nella fig. 46. Le spranghe appoggiano ne' modi consueti per l'intermediario dei pulvini sui dadi che sono affondati nella strada, e la cunetta perchè si conservi convenientemente ha per margine nelle parte interna della carreggiata un trave coperto di lamiera, od anche una seconda spranga di ferro che nei nostri paesi potrebbe essere surrogata da cordoni di granito esattamente paralelli alla ruotaja. Questo margine lascia un agio fra sè e la ruotaja largo quattro centimetri e profondo cinque onde vi possa scorrere l'orlo delle ruote. A questa guisa i carri possono passare senza intoppo sulla strada ferrata ed i furgoni attraversare la via comune liberamente. Solo si richiede che la cunetta sia di tempo in tempo espurgata.

§. 105. Per evitare questo incomodo sulla strada di Liverpool si è adottata la seguente costruzione, la quale merita di essere riportata. Sotto di ogni ruotaja si formò un tombino a volta di tale capacità che un ragazzo potesse entrarvi ad espurgarlo. Esso a tratte alternative di m. 0, 47

di lunghezza resta or chiuso ora aperto nella linea di mezzo della volta, come dimostrano le fig. 47 e 48. Di fianco alla cunetta sono fermate a delle pietre quadrate due spranghe *a b* di sufficiente robustezza, le quali per mezzo di piccole asse attraversanti *o o* fermano le ruotaje nella dovuta situazione in modo che resti sempre uno spazio di circa m. 0, 026 tra le spranghe e l'orlo della cunetta. A questo modo il fango che vi può essere portato dalle acque o dal passaggio de' carri a traverso viene a precipitare nel tombino con tutta facilità nelle tratte aperte ed un po' più difficilmente sì, ma sicuramente anche nelle tratte chiuse stante la loro piccola lunghezza, la quale piove metà per parte, e quindi il fosso resta continuamente pulito.

§. 106. Per ovviare ai danni che gli uomini e gli animali possono recare alle strade ferrate si suol chiuderle con isteccati o con muricciuoli specialmente nelle vicinanze delle città, e fuori con una fitta siepe. Dove poi attraversano allo stesso piano delle strade ordinarie bisogna porvi dei ripari che vengono aperti quando sta per passare un convoglio, e quindi richiusi, la qual manovra è affidata ad una delle guardie della strada. Bisogna però possibilmente evitare questi incontri che spesso possono portare degli accidenti funesti, regolando il livello nel tracciamento della strada in modo che riescano nel minimo numero e della minima importanza, facendo a preferenza passare la strada esistente sopra o sotto della ferrata.

CAPITOLO SESTO.

RESISTENZE CHE SI OPPONGONO NEL TIRO SOPRA UNA STRADA FERRATA.

§. 107. Quando un furgone di forma simile a quelli adottati comunemente è posto in moto su di una parte di strada ferrata in linea retta, prova, come dicemmo, due sorta di resistenze; l'una dovuta all'attrito prodotto dalla pressione della cassa e del suo carico sulla sala, l'altra all'aderenza dei quarti d'ogni ruota colla ruotaja. Già accennammo come quest'ultima specie di resistenza dipende dallo stato più o men pulito delle ruotaje, ed indicammo i processi consacrati dalla pratica per diminuire la resistenza dovuta allo sfregamento sulla sala. La totale resistenza derivante da questi due attriti è pressochè indipendente dalla velocità, ed agisce come una forza ritardatrice uniforme, proporzionale al peso del carro, e direttamente opposta allo sforzo di trazione. Questi risultamenti conformi alla legge dell'attrito trovata da Coulomb furono confermati dalle esperienze fatte sulla strada di Killingworth dal signor Wood ingegnere inglese, le quali possono ripetersi su tutte le tratte di strade ferrate abbastanza pendenti perchè i carri vi scendano per la sola azione del loro peso. In tal caso i carri si trovano nella situazione di un corpo che scorre lungo un piano inclinato sotto l'azione di parte della gravità decomposta paralellamente al piano, e diminuita dalla resistenza dovuta agli attriti. Così la questione viene ridotta ad un problema la cui soluzione trovasi in tutti i trattati di meccanica. Misurando lo spazio percorso dai furgoni in un dato tempo per effetto del peso si deduce il valor totale della resistenza provata dal carro nel suo moto, la quale, come si è detto, pei furgoni ordinarj ascende ad $^1/_{200}$ della gravità assoluta, o a cinque millesime parti del peso del carro e del suo carico.

§. 108. Ma quando il furgone deve muoversi per una linea curva, presentansi dei nuovi elementi di resistenza nel tiro. Se le velocità

sono grandi producesi una forza centrifuga che tende a premere contro la ruotaja l'orlo delle ruote che percorrono la curva esterna. Questa forza distruggesi ad ogni istante dalla resistenza della ruotaja, ma ne risulta uno sfregamento ed una corrispondente perdita di forza. Le ruote che muovonsi lungo la curva esterna devono percorrere una linea più lunga che non quelle che muovonsi lungo la interna; e perchè le ruote sono fisse a due a due in una stessa sala, bisogna che la ruota esteriore scorra in avanti, mentre la interiore rincula nel suo movimento. Le due sale dovendo essere sempre sensibilmente paralelle e ad una distanza costante per le ragioni più sopra sviluppate, ne segue che non possono essere dirette normalmente alla curva, e che il carro prova la stessa resistenza che prova un corpo quadrato che muovesi fra due curve concentriche, i di cui spigoli fregano contro le stesse.

§. 109. Il primo di questi elementi è in generale di poco momento. Si sa che la forza centrifuga è proporzionale al quadrato della velocità diviso pel diametro della curva percorsa dal mobile, e per conseguenza il valore della resistenza prodotta da questa causa non può essere considerevole sopra delle curve il cui raggio non sia piccolo. Del resto il suo effetto può interamente controbilanciarsi rialzando alquando la ruotaja della curva esterna in modo da decomporre una parte del peso del carro normalmente alla curva, ed opporlo direttamente all'azione della forza centrifuga. Questo mezzo è generalmente usato in tutte le curve che non hanno un raggio troppo grande, altro non occorrendo se non che il rialzamento della ruotaja esterna sia tolto alla lunga per non presentare ad un tratto una salita al carro che ei non potrebbe superare senza un aumento di forza (1).

§. 110. Il secondo elemento di resistenza è molto importante quando le curve non hanno un raggio assai grande. In questo caso le due linee di ruotaja che vengono formate da ogni carreggiata presentano due archi, l'uno esterno, l'altro interno, che sono concentrici, e conseguentemente lo sviluppo da queste archi per uno stesso angolo è proporzionale ai rispettivi raggi, la cui differenza è la larghezza della strada. Se dunque si facesse variare il raggio della curva interna supponendo la larghezza della strada eguale a m. 1, 50, come si è generalmente adottato, si avranno i seguenti valori del rapporto dei due archi percorsi.

(1) Nelle curve il cui raggio non sia più grande di 75 metri, simile rialzo si tiene tra i m. 0, 13 ed i m. 0, 12; in quelle di raggio maggiore deve andare in proporzione scemando.

Raggio della curva interna	Larghezza della carreggiata	Arco interno	Arco esterno
Met. 1000	Met. 1. 50	Met. 1. 00	Met. 1. 0015
» 500	»	»	» 1. 0030
» 400	»	»	» 1. 0038
» 300	»	»	» 1. 0050
» 200	»	»	» 1. 0075
» 100	»	»	» 1. 0150
» 80	»	»	» 1. 0187
» 60	»	»	» 1. 0250
» 40	»	»	» 1. 0375
» 30	»	»	» 1. 0500

Scorgesi a primo tratto che questa differenza di sviluppo diventa sensibilissima a misura che i raggi della curva diminuiscono, e non può essere ricuperata nel movimento che collo strisciare o rinculare della ruota interna, mentre l'esterna gira o scorre in avanti, il che produce necessariamente uno sfregamento energico sulla spranga.

§. 111. Per correggere questo difetto delle curve, il sig. Laignel propose un mezzo, il quale consiste nel fare appoggiare la ruota posta lungo la linea esterna sul suo orlo, invece di farla appoggiare sul quarto. In questo caso la ruotaja esterna dev'essere armata d'un risalto laterale onde impedire che la ruota sfugga dalla carreggiata. Questa invenzione ha per iscopo di aumentare lo sviluppo della ruota esterna, la quale verrebbe a percorrere nello stesso tempo una linea più lunga di quella percorsa dalla interna. L'orlo delle ruote essendo di 2 cent. o 3 cent. e un quarto, il loro diametro da orlo ad orlo risulta di 80 cent., mentre da quarto a quarto non è che di 76 cent. Perciò se si fa girare la ruota esterna sull'orlo, gli spazj percorsi dalle due circonferenze sviluppate per un giro completo saranno nel rapporto di m. 2, 5 a m. 2, 39, ossia di 1, 05 ad 1: sarebbero perciò precisamente nel rapporto che converrebbe alla curva di 30 metri di raggio. Ma se si volesse applicare questo sistema a curve di maggior raggio, la ruota esterna avanzerebbe ad ogni istante l'interna di quantità sempre più grande, e la difficoltà risulterebbe nella direzione inversa; nè sarebbe possibile di diminuire l'orlo delle ruote in modo che lo stesso processo si.

potesse applicare a curve di maggior raggio, perchè allora le ruote non sarebbero bastantemente trattenute nella carreggiata quando scorressero sui loro quarti (1).

§. 112. Allo stesso fine di dare alle ruote un diametro variabile a norma della loro posizione nelle curve che percorrono, fu proposto di renderne i quarti sensibilmente conici, colla qual disposizione la forza centrifuga che nelle curve agisce dal di dentro all' infuori spingerebbe la ruota esterna sopra una sezione di quarto maggiore e ritirerebbe l' interna sopra una sezione minore, di modo che le due sezioni che appoggerebbero alle ruotaje si troverebbero in rapporti proporzionali ai raggi esterno ed interno d'ogni curva. Ma tali ruote produrrebbero l'effetto di rovesciare le spranghe all' infuori; inconveniente gravissimo, e che è già sensibile colle ruote attuali, i cui quarti sono leggiermente conici in conseguenza di una operazione che si pratica nella loro fusione (2).

§. 113. Non converrebbe dunque tentare praticamente altro modo oltre quello proposto da Laignel, che però si limita al caso della curva di 30 metri di raggio. Non è difficile poi il concepire che nel tracciamento di una strada ferrata non sarebbe agevole il limitarsi a curve di così piccolo raggio, il che potrebbe in alcuni casi cagionare gravi spese ne' movimenti di terra; anzi è pur da osservarsi che questo artificio non risolve che imperfettamente la questione, lasciando intera la porzione di resistenza risultante dal terzo elemento superiormente indicato, vale a dire dal pa-

(1) Questa deduzione di Biot sarebbe esattissima qualora il carro fosse portato da un solo sistema a due ruote, poichè allora il centro del circolo descritto dallo scorrere dello stesso dovrebbe riuscire appunto al vertice del carro di cui sarebbero due sezioni le circonferenze delle due ruote di diverso raggio. Ma siccome il carro o furgone è portato da quattro ruote delle quali le due da un lato, col sistema di Laignel, risultano di maggior raggio delle due dall'altro, così egli si muoverà bensì in linea curva, che sembra dover essere circolare, ma che ha un raggio maggiore del circolo che sarebbe descritto da ciascun sistema di ruote appajate se fossero indipendenti; e che è funzione della distanza rispettiva delle sale.

(2) La lieve forma conica che si suol dare ai quarti delle ruote dei furgoni, le quali hanno d' ordinario un diametro di m. 0,96, è limitata a m. 0,012, per cui quando la ruota esterna è spinta dalla forza centrifuga contro la ruotaja, ritenuto l'agio fra le ruote e le ruotaje eguale alla metà della larghezza del quarto delle ruote, la differenza del loro raggio risulta di millim. 6, e lo spazio percorso dalla ruota esterna starà a quello percorso dall' interna come 240 : 237. Con questo spediente quindi della forma conica si può senza inconvenienti sopra una carreggiata della larghezza di m. 1,50 portare il raggio di curvatura a m. 500. — La forma conica della ruota presenta inoltre il vantaggio di rattenere i furgoni nel mezzo della strada, ed impedire nelle tratte rette lo sfregamento degli orli contro le ruotaje, il che produce evidentemente un riflessibile aumento di resistenza.

ralellismo della sala colla loro ordinaria distanza di un metro ed un decimetro. In conseguenza di questo paralellismo, la cui necessità fu da noi dimostrata al capo II, §. 47, ne viene che lungo le curve la linea di contatto dei quarti colle ruotaje trovasi obbliqua alla loro sezione, di modo che gli orli delle ruote sfregano contro la ruotaja che toccano per traverso, rendendo così necessario un grande aumento di forza traente. Questo grave inconveniente sussiste ancora per intero facendo girare la ruota esterna sul suo orlo, perchè esso urta contro il risalto della ruotaja, e genera una notevole resistenza. Inoltre la ruotaja esterna essendo di forma piana con un lembo rialzato, si trova precisamente nella circostanza delle ruotaje piane che abbiamo più sopra esaminate, e quindi è esposta ad imbrattarsi di polvere, di fango, e ad essere rapidamente solcata dallo sfregamento dell' orlo della ruota che è sempre piuttosto stretto e vi agisce sopra come una lamina di coltello. Questi difetti bilanciano quasi onninamente il vantaggio che sembra porgere il sistema, e sarebbe cosa impossibile applicarlo alle strade destinate ad un servigio attivo, poichè stante la forma quadrata dei carri impiegati sulle strade ferrate, un convoglio slanciato colla velocità di qualche metro per secondo eserciterebbe sempre un attrito laterale potentissimo sopra un sistema di curve sì poco sviluppato, come quello di 30 m. di raggio, e distruggerebbe ben presso l'allineamento dalle ruotaje.

§. 114. Questo sistema tornerebbe assai più utile per le miniere dove le gallerie s'incrociano quasi ad angolo retto, e dove il movimento dei carri non è mai rapido, e fu perciò applicato ad una strada ferrata sotterranea costrutta nelle miniere di Anzin, dove probabilmente la larghezza della carreggiata è minore di quella delle strade di ferro costrutte alla superficie del terreno, e le sale sono più ravvicinate l'una all'altra, come si usa in simili strade nelle miniere d' Inghilterra. La prima di queste modificazioni diminuisce la resistenza dovuta alla differenza dello sviluppo delle linee, riducendo la differenza di raggio delle due curve interne ed esterne a cui è proporzionale; la seconda diminuisce la resistenza dovuta alla forma quadrata dell' insieme delle sale. A questo modo però i carri adoperati nelle miniere non portano che il sesto o l' ottavo del carico de' grandi furgoni adoperati all' aperta.

§. 115. Il valore della resistenza totale dovuta alla maggiore o minore piegatura delle curve può calcolarsi con un dinamometro, applicandolo ad un carro messo in moto; ma affine che le esperienze di questo genere possano dare de'risultamenti paragonabili fra di loro, sarebbe d' uopo farle sempre con uno stesso carro ed in circostanze perfettamente identiche, ad

eccezione del raggio della curva; altrimenti sarebbero visibilmente modificati dalle circostanze accessorie, come sarebbe la forma de'furgoni e delle ruotaje, lo stato della strada, e la sua pendenza. In deficienza di tali esperienze presenteremo nella nota a piedi la quantità di resistenza dovuta alla diversità di sviluppo delle ruotaje interne ed esterne sopra una curva qualunque, dedotta dal calcolo. Quanto all'altro elemento di resistenza che dipende dal paralellismo e dalla deviazione delle sale, sarebbe impossibile il cercare di valutarla altrimenti che col fatto (1).

§. 116. È principio generalmente riconosciuto che ogni strada ferrata destinata ad un servizio considerevole ed attivo non deve presentare che delle linee diritte e delle curve di raggio assai esteso. Ove questa condizione non venga adempita il servizio diventa faticosissimo, e le spese di trasporto assai rilevanti. Sulla strada da Manchester a Liverpool, posta in un paese poco mosso, si poterono estendere le curve tra i 1500, e i 2000

(1) Sia p il peso totale del furgone carico, R il raggio della curva preso sull'asse della strada, e d la larghezza della carreggiata. Nel muoversi lungo la curva gli spazi percorsi in un tempo dato dall'una e dall'altra ruota devono essere proporzionali ai raggi delle linee delle ruotaje esterna ed interna, ossia $\frac{R + \frac{1}{2} d}{R - \frac{1}{2} d}$. Mentre dunque la ruota interna percorre un metro, l'altra dovrà percorrere uno spazio eguale a $1 \times \frac{R + \frac{1}{2} d}{R - \frac{1}{2} d}$, espressione che sviluppata equivale ad $1 \times \frac{d}{R} + \frac{1}{2} \frac{d^2}{R^2} +$ ecc. Le due ruote essendo fisse ad una stessa sala, si può supporre che l'esterna percorra lo spazio uno girando, e lo spazio $\frac{d}{R} + \frac{1}{2} \frac{d^2}{R^2} +$ ecc. strisciando. Ora secondo Coulomb l'attrito dovuto alla pressione del ferro strisciante sul ferro è eguale a circa $\frac{1}{3}$ del suo peso. Nel nostro caso il peso che gravita sulla curva esterna non è che la metà del peso totale del furgone ossia $\frac{p}{2}$; dunque l'attrito che ne risulterà per questo titolo sarà di $\frac{p}{6}$, e poichè agisce mentre la ruota esterna striscia sullo spazio $\frac{d}{R} + \frac{1}{2} \frac{d^2}{R^2} +$ ecc. la quantità d'attrito prodotto sarà $\frac{p}{6} \left\{ \frac{d}{R} + \frac{1}{2} \frac{d^2}{R^2} + \text{etc.} \right\}$

A questo modo si potrà formare la seguente tabella che darà per ogni porzione percorsa lungo la curva interna il valore dell'attrito risultante dalla differenza di sviluppo espressa in frazione di p ossia del peso del carro.

Raggi	Attrito dovuto alla differenza di sviluppo.
1000	0,000255.p
500	0,00051
250	0,00102
100	0,00255
50	0,0051
25	0,0102

BIOT.

metri di raggio; in quella da S. Stefano a Lione costrutta in siti difficili si fissarono 500 metri per limite minore ai raggi delle curve, altrimenti si sarebbe andati incontro a spese straordinarie; però il raggio di 500 metri deve essere considerato come il minimo a cui si debba scendere nel tracciamento delle curve su di una linea generale di circolazione. E bisogna inoltre fare in modo che queste curve sieno avvicendate con tratti diretti, poichè succedendosi varie curve di 500 m. di raggio senza interruzione ne nasce un aumento notabile di resistenza (1).

§. 117. Puossi pure ottenere una sensibile diminuzione nell'attrito prodotto lungo le curve facendo cadere sulla ruota del primo furgone un filo d'acqua che bagni la ruotaja per le altre ruote. I furgoni scorrono in fatto molto meglio sulle ruotaje bagnate, il che deriva probabilmente da ciò che il sottilissimo velo d'acqua frapposto alla spranga e alla ruota agisce come l'olio che si trova tra due corpi sfregantisi l'un l'altro, e permette alla ruota di staccarsi dalle ruotaje con maggiore facilità.

§. 118. Faremo qui notare che la regola delle curve assai estese, che abbiamo enunciata, non s'applica che alle strade frequentatissime. Trattandosi di una strada ferrata poco attiva si possono presentare circostanze che facciano preferire d'avere curve un po'meno sviluppate, e conseguentemente spese di trasporto un po'più gravi, all'impegnarsi in dispendi straordinari di prima costruzione.

§. 119. Dirò qui qualche parola d'un sistema di strade ferrate inven-

(1) Ecco i minimi raggi che si diedero alle curve delle principali strade ferrate percorse dalle macchine locomotrici, oltre le due qui accennate da Biot.

Darlington	m. 500
Warrington	» 2000
Leeds e Selby	» 1000
Newcastle e Carlisle	» 411
Dublino a Kingstown	» 380
Liverpool a Birmingham	» 3600
Londra a Birmingham	» 800
Londra a Bristol	» 1218
Londra a Brighton	» 3220
Boston a Provvidenza	» 1800
Provvidenza a Stonington	» 1800
Amboy a Cambden	» 550
Newcastel a Frenchtown	» 3000
Baltimora a Wasington	» 382
Petersburg a Roanoke	» 1500
Portsmouth a Roanoke	» 1750
Boston a Worcester	» 300

tato dal sig. Palmer ingegnere inglese, giacchè ha l' apparenza di distruggere tutte le difficoltà del movimento de' carri lungo le curve. Queste strade non hanno che una sol linea di spranghe fermate a dei pilastri posti a sufficiente distanza l' un dall' altro, ed i suoi carri sono formati da due casse separate poste ai due lati al di sotto delle linee delle ruotaje e sospese a due ruote che girano sulla stessa linea. La situazione del centro di gravità dell' intero sistema è calcolata in modo che le ruote possono mantenersi sulla spranga per mezzo d' un doppio orlo, il che raggiungesi coll' abbassare sufficientemente le due casse da ciascuna parte. Il tiro si effettua col sussidio d' una corda come sui canali. In questo sistema la carreggiata essendo ridotta ad una ruotaja, non sussistono più le resistenze prodotte dalla differenza delle curve esterne ed interne; e le ruote potendo essere molto ravvicinate, diventa pure insensibile l'altro indicato elemento di resistenza. Ma il prezzo della costruzione dei pilastri, la difficoltà degli incrociamenti di quelle strade e fra loro e colle ordinarie, infine gli incomodi di carico e scarico ci distolgono dal pensiero di realizzare sopra una scala in grande questa ingegnosa invenzione. Per altro può essere applicabile in certi casi, per esempio, se si volesse eseguire una strada ferrata pel servizio particolare d' una officina, la quale avesse le sue parti distribuite in modo da non permettere che delle curve molto aspre (1).

(1) L'ingegnoso sistema delle strade ferrate ad una sola ruotaja qui accennato, e comunemente creduto invenzione di Palmer, è d' origine americana. Fu il signor Sergent di Boston il primo che lo pose in pratica dapprima a Chelsen quasi a prova formando un circolo della lunghezza di circa cento piedi (m. 30), poscia per una tratta più lunga ad East-Boston, dove la qualità del terreno da attraversare rendeva difficile la formazione di una carreggiata per essere in parte sortumoso ed in parte coperto d' acque, e si prestava meglio al conficcamento di travi verticali. Questi travi spaziati ad opportune distanze sostenevano un seguito di altri travi orizzontali rivestiti di lamiera di ferro, su cui scorrevano le due ruote sostenenti col prolungamento degli assi il castello sospeso portante il carico a due lati. Perchè questa specie di carro non avesse a rovesciarsi, i due larghi tavoloni che fan l'ufficio di basti erano tenuti al posto col mezzo di correnti orizzontali attaccati ai grossi travi verticali che sorreggono il sistema, i quali non gli permettevano che un piccol moto oscillatorio ed eran muniti di quattro ruotelle, due per ogni tavolone, le quali addolcivano lo sfregamento dei tavoloni stessi contro ai correnti. Le ruote invece di avere degli orli che le rattenessero sulla ruotaja a diminuzione d'attrito, erano tenute a sito da due altre ruotelle verticali che scorrevano sui fianchi della ruotaja stessa. Questa strada non serve che al trasporto di persone dalla città ad un sito vicino di delizie, e presenta gli stessi vantaggi ed inconvenienti di quelle di Palmer descritte da Biot, ai quali altri bisogna aggiungere la poca solidità del sistema che per esser alto fuori terra, non può riuscire capace d' essere sottoposto alle grandi velocità delle macchine a vapore, e a rilevanti carichi. Di questa specie di strade ad una sola ruotaja ne furono fatti dei tentativi presso Pesth in Ungheria che riuscirono a male, ed ultimamente dal Consiglio di fortificazione a Posen.

§. 120. Quando una strada ferrata ha un ragguardevole pendio, la resistenza nel tiro si trova aumentata di tutta la quota del peso decomposto paralellamente al piano su cui sale il carro. Sia P il peso del carro ed i l'angolo d'inclinazione della montata sopra una strada ferrata orizzontale ed a curve molto sviluppate la resistenza nel tiro è $\frac{P}{200}$, e sopra una montata sarà $\frac{P}{200} + P$ sen i. Essendo gli angoli d'inclinazione sempre piccolissimi, il seno dell'arco è prossimamente eguale alla tangente, e l'eccesso della resistenza dovuta alla montata può essere considerato come eguale al peso del carro moltiplicato pel rapporto d'inclinazione delle montate corrispondenti ad ogni metro di lunghezza. Perciò si avrà:

Rampa	Resistenza dovuta alla pendenza	Resistenza dovuta all'attrito	Resistenza totale
1 mil. per metro	o. 001	o. 005	o. 006
5 mil. «	o. 005	o. 005	o. 010
1 cent. «	o. 010	o. 005	o. 015
2 cent. «	o. 0[illegible]0	o. 005	o. 035

Questa tabella dimostra che anche cinque millimetri per metro la resistenza dovuta alla pendenza eguaglia quella prodotta dall'attrito delle sale e delle ruote, e quindi è raddoppiata e triplicata ad un centimetro a quintaplicata a due.

§. 121. Tutte le considerazioni sviluppate in questo capitolo ci conducono ai seguenti risultamenti: 1.° che le strade ferrate non presentano grandi vantaggi nell'economia de' trasporti, se non quando sono tracciate con curve assai estese e con pendenze le più miti che sieno possibili; 2.° che è di somma importanza per la buona riuscita delle imprese di questo genere che la maggior massa dei trasporti succeda verso la discesa. Torneremo più avanti su questo argomento quando paragoneremo fra loro i diversi sistemi di comunicazione.

Anche il chiarissimo Ingegnere Ferranti nella più volte lodata Memoria specialmente colla mira di facilitare le svoltate ed il corso nelle curve, propose un ingegnosissimo nuovo sistema a tre ruotaje, che dovrebbe esser percorso da carri a quattro ruote, il cui centro corrispondesse agli angoli di un quadrato inscritto diagonalmente nella strada. In esso le sole due ruote corrispondenti alla ruotaja di mezzo sarebbero munite di orli laterali, le altre avrebbero la circonferenza piana. Però di queste invenzioni finora non avvalorate dalla pratica basti l'averne fatto un cenno.

CAPITOLO SETTIMO *.

AZIONE DEI CARRI SULLE STRADE FERRATE.

§. 122. È di somma importanza il conoscere l'effetto che lo scorrervi dei furgoni frequente e talvolta rapidissimo arreca alle diverse parti che costituiscono il materiale di una strada ferrata, sia per prevenirne i guasti che possono danneggiare la sua stabilità quando trattasi di scegliere il sistema di primo impianto, sia per determinare la solidità relativa delle diverse parti che lo compongono, sia finalmente per poter calcolare con qualche approssimazione al vero quella quota delle spese di manutenzione che risguardano la strada propriamente detta. In queste ricerce, che dipendono non tanto dalla esperienza quanto dal raziocinio, noi ci atterremo strettamente a Minard, il quale svolse l'argomento con quella dottrina e quell'ordine che gli è tutto proprio.

§. 123. È cosa evidente che quanto maggiore attività regna sopra una strada, e con quanto maggiore velocità si fanno i trasporti, maggiore deve essere il suo deterioramento. Dal diverso modo con cui oppongono resistenza a questa azione distruggitrice le varie parti che compongono il sistema, dal loro diverso grado di solidità dipendente dalla materia con cui sono formate, e dalle loro dimensioni, infine dal diverso modo con cui le parti sono disposte e collegate fra di loro, dipende e la loro maggior durata e la maggiore stabilità e sicurezza della strada. I furgoni nel loro corso tendono ad urtare le ruotaje alle giunture, a farle piegare ed anche romperle nel mezzo, a smuovere i dadi, a rovesciarli, da ultimo ad avvallarli nel terreno. Esamineremo partitamente questi diversi effetti.

§. 124. Chi viaggia sopra una strada ferrata sente una piccola scossa al passar delle ruote della vettura sopra ogni giuntura delle spranghe che

* Aggiunta del traduttore.

formano le ruotaje. Per quanto esse sieno poste a perfetto livello, per quanto l'una coll'altra sieno perfettamente allineate, basta quel piccolo agio che si suol lasciare fra loro onde ovviare agli effetti della temperatura, per interrompere la continuità del piano e comunicare alle ruote un piccolo moto sussultuante. Ma questi casi di esatta unione delle spranghe, come è da sè evidente, si possono dare ben di rado, giacchè il transito dei carri ne altera o poco o molto il piano per la ineguale resistenza che naturalmente vi oppone il fondo, e talvolta per la insufficiente solidità delle spranghe che si piegano sotto il peso del convoglio. Allora, o s'oppone un risalto al corso della ruota e ne risulta un urto più forte, o l'intoppo è in discesa e la scossa si fa minore. Nel primo caso l'urto succede prima che il centro di gravità della ruota sia passato verticalmente sulla giuntura, e la spranga sulla quale sta per iscorrere riceve la spinta prima che la ruota l'abbia superata. Nel secondo caso l'urto ha luogo dopo che il centro della ruota ha abbandonato la spranga rialzata, ed essa non riceve quindi che una lieve spinta all'indietro. Perciò le spranghe le cui giunture si trovano rilevate tendono sempre a progredire in una stessa direzione, qualunque sia l'andamento dei carri; e come press'a poco v'è sempre un numero eguale di spranghe rialzate e di affondate, così questo effetto si compensa da se, nè può portare alterazione alla linea quando sia in piano.

§. 125. Non è però così quando la strada ha qualche pendio e che i convogli più pesanti la percorrono seguendo l'andamento in discesa, come avviene il più delle volte. Già si è accennato al capo I, §. 18, come per effetto del proprio peso tendano le spranghe a scorrere lungo i pulvini ed anche a saltarne fuori. Se a ciò si aggiunge l'azione dei carri che le spingono urtandole, e le strascinano più o meno con se per forza di aderenza, si concepirà come in tal caso sia indispensabile il porre un riparo a tale inconveniente assicurando le spranghe ai pulvini, sia per mezzo di caviglie di ferro attraversanti, sia coll'altro mezzo praticato sulla strada da S. Stefano a Lione, come fu quivi indicato.

§. 126. La seconda delle azioni che tendono a scomporre la forma della strada, e massimamente il suo allineamento, è la pressione degli orli delle ruote sulle ruotaje, la quale tende a spingerle lateralmente ed a rovesciarle all'infuori aumentando la larghezza della carreggiata, la quale azione viene dimostrata dal consumo delle ruote che succede principalmente nell'angolo tra i quarti e l'orlo. Molte cause producono questa tendenza. Eccone le principali. 1.° La forza centrifuga nelle tratte curve, la quale aumenta di potenza in ragione della celerità del corso e della pendenza della strada. 2.° Il vento, quando la sua direzione non è paralella alla strada. 3.° La

ineguaglianza di livello delle due ruotaje, per cui il pêso è portato principalmente contro la più bassa. 4° Il poco equilibrio delle ruote dipendente dalla loro cattiva costruzione, onde non girano appiombo in un sol piano. 5.° I punti d' incrociamento dove le ruote sono obbligate a cambiar direzione. 6.° Il carico non uniforme dei convogli, per cui il loro centro di gravità non corrisponde sempre al loro asse e porta il carico a premere piuttosto sopra un fianco che sull' altro, il quale effetto si fa sentire specialmente nelle grandi velocità, e nel rapido passaggio dalla quiete al moto, non corrispondendo la direzione della forza motrice sulla linea stessa di quella dei centri di gravità dei diversi furgoni. A questa azione del rovesciamento all' infuori delle ruotaje, s'è posto in parte rimedio colla forma leggermente conica che si diede ai quarti delle ruote, il quale si potrebbe fors' anche aumentare rialzando la guancia esterna de' pulvini in modo che le opponesse un più alto e più forte puntello.

§. 127. Al passaggio d'un carico pesante le ruotaje si piegano naturalmente fra gli appoggi a causa della loro elasticità. Questo fatto fu rimarcato da Minard sulle strade di Darlington, di Lione e di Roanne, al passare della macchina locomotrice, e su quella di Epinac anche a quel solo dei furgoni. Sul ponte di costruzione muraria di Manchester, egli vide delle spranghe piegarsi sensibilmente sotto il peso di una macchina locomotrice che avviavasi col suo carro d' approvisionamento a porsi alla testa del convoglio colla velocità che può avere un uomo che cammini al passo. Quand' ella abbandonava una spranga la si vedeva rialzarsi, mentre si vedeva abbassare la seguente sulla quale passava, e ritornare ogni cosa al suo primo livello dopo che era oltrepassata. Tali movimenti nelle ruotaje che si rilevavano maggiori sopra una spranga che sopra un'altra, più sotto il carico della macchina, che sotto quello del carro d' approvisionamento, si facevano sensibili ed evidenti su quella strada pulita, piana e ben lastricata. E se gli esperimenti fatti da Wood, ed il calcolo non danno sotto il peso accennato e per la dimensione di quelle spranghe una inflessione visibile all' occhio, si è perchè non fu considerata che l' azione d' un peso morto, e non quella d'una massa in moto, la quale, come vedremo, aumenta di potenza a norma della velocità.

§. 128. Oltre di ciò perchè una spranga ceda nel mezzo senza allungarsi, deve necessariamente rialzarsi ai capi ed allargare le giunture. Da ciò ne consegue che in quei punti si formano dei risalti, contro dei quali urtano le ruote posteriori del carro, e le anteriori dei seguenti, e producono delle forti scosse ai carri, benchè la strada sembri piana e le spranghe bene unite ed allineate. Quando le spranghe sono troppo strettamente ser-

rate al pulvino, in questo caso s'allungano, e la piegatura vi resta, anzi andrà aumentando continuamente. Quando poi il piano del pulvino su cui adagiano è retto, questa azione smuove il pulvino ed il dado, e li assoggetta ad un moto oscillatorio per avanti e per indietro, o se l'uno o l'altro vi resiste troppo fortemente, li spezza. Si è cercato un riparo a questo effetto sulla strada di Leed e Selby dando al guancialetto dei pulvini, su cui appoggiano i capi delle spranghe, una forma leggermente convessa, come vedesi espressa nella fig. 47.

§. 129. L'effetto del peso dei carri non si limita alla sola piegatura delle spranghe, ma s'estende anche allo smovimento ed all'approfondamento dei dadi quando il suolo non risponda in parte con ogni eguale saldezza ed elasticità, soprattutto nelle sorprendenti velocità di 14 ai 20 metri al secondo. I dadi che corrispondono alle giunture, come quelli in cui è interrotta la continuità ed il collegamento del sistema che contribuisce con vicendevol sussidio alla stabilità dell'assieme, sono quelli che vanno più degli altri soggetti a questi inconvenienti. Deprimendosi in quei punti la linea della strada, il dado seguente presenterà una linea convessa, ossia una piccola montata che deve aumentare la resistenza al corso. È ben vero che stante l'elasticità del ferro, il dado sarà tratto al primitivo livello dalle spranghe e dai pulvini che ne formano l'unione intermediaria, come lo comprovano le esperienze di Vood: ma l'azione di questa elasticità nel ribassare il dado alle giunture, farà sì che si rialzino gli altri di mezzo e produrrà una alternativa di mobilità nell'insieme, equivalente ad una pilotazione che affonderà sempre più il terreno. Questo inconveniente poi crescerà a mille doppi se la strada sarà bagnata, poichè l'acqua introducendosi sotto i dadi con prontezza nello spazio vuoto che si forma sotto di lui quando si rialza sotto il passaggio de' convogli, ammolla il terreno su cui poggia, e fa che vi si avvalli ognor più. Ciò è confermato da tutti coloro che esaminarono le strade ferrate in tempo di pioggia. L'accennato difetto non può essere scemato che coll'aumentare i punti d'appoggio e suddividere l'azione sopra una superficie maggiore di terreno, od adottando un sistema di appoggio continuato, come quello che si accennò nella prima nota al §. 21 del Capo primo. Però non devesi perdere di vista che la elasticità del sistema favorendo in potente maniera la facilità del moto, dev'essere uno degli essenziali requisiti d'una strada ferrata.

§. 130. Il notato maggiore cedimento de'dadi corrispondenti alle giunture in confronto di quelli che corrispondono al mezzo delle spranghe, fa sì che quando essi son posti l'uno di contro all'altro, l'oscillazione de' carri suc-

cede nella linea della strada; e quando, come si praticò in origine sulla via di Liverpool, sono situati alternativamente, in modo che capitano nel mezzo della opposta spranga, succede in linea traversale, il che produce facili alterazioni ed incomodo ai viaggiatori.

§. 131. Una strada ferrata si può dunque considerare non come diritta, ma come ondulata in senso verticale, i cui raggi di curvatura sono proporzionali all'avvallamento dei dadi, alla robustezza delle spranghe, al peso de' carri ed allo stato del tutt' assieme. Quindi il centro di inerzia d'ogni furgone percorre una linea ondulata a doppia curvatura.

§. 132. Consideriamone l'effetto sul moto. Quando le ruote d'un furgone discese nell' angolo formato da due piani inclinati opposti incontrano una salita che devono sormontare, gravitano sul piano ascendente col proprio peso, e colla componente della velocità perpendicolare al piano stesso, la quale è tanto più forte quanto è maggiore la velocità e più sentito l'angolo di piegatura della ruotaja. Questa azione poi viene ancora ad ingrandirsi di più se le inflessioni delle spranghe non si corrispondono l'una rimpetto all'altra, e ne nascono delle ondulazioni nel moto dei carri a motivo della forza centrifuga che aumenta in ragione del quadrato della velocità. Ond' è che talvolta il peso delle masse per queste ragioni resta raddoppiato. Difatti se supponiamo che la curvatura sia quella d'un arco di circolo avente m. 0,002 di freccia, e m. 0,90 di corda, il cui raggio è di 50 metri, l'aumento di pressione dovuto alla forza centrifuga per una velocità di 20 metri sarà $\frac{v^2}{gr} = \frac{(20)^2}{9.80 \times 50} = 0,81$ del peso della massa del carro.

§. 133. Vi sono ancora altre circostanze che cospirano ad accrescere l'azione dei carri sulle ruotaje. Spesso la grande velocità fa cader le ruote nel mezzo dell' intervallo fra gli appoggi. Supponiamo in fatti: 1.° che il dado prossimo a quello corrispondente alla giuntura si sia avvallato, e la spranga in quel punto si sia piegata per tre millimetri almeno: 2.° che il capo della spranga antecedente sia più alto di due millimetri di quello della spranga incurvata. Allora la ruota, quando la velocità sia almeno di 13, o 14 metri, dopo d'avere abbandonata la spranga rialzata, sarà slanciata senza pur toccare la parte affondata ad una distanza di circa metri 0, 38 dal punto della giuntura, distanza dell'intersezione della parabola descritta dalla ruota colla curvatura della spranga, supposta un arco di circolo. Un simile effetto viene prodotto quando il dado corrispondente ad una giuntura è più rialzato de' due contigui: in tal caso la ruota che ha concepita una velocità in ascesa seguita per un piccol tratto in quella

direzione senza toccare la spranga, e vi ricade poscia urtandola a guisa d'un grave che cade da una certa altezza abbandonato a se.

§. 134. La gran velocità produce ancora un altro effetto distruttore sulle ruotaje di ferro malleato. Le spranghe, i pulvini ed i dadi formano un sistema la di cui elasticità vien provata dalle oscillazioni verticali che si osservano al passare de' convogli. Esse possono in parte attribuirsi all'elasticità del suolo; ma siccome si fanno egualmente sentire qualunque sia la sua qualità, così è innegabile che debbansi principalmente all'azione successiva delle ruote sulle spranghe, che dopo incurvate ritornano per effetto d'elasticità alla loro forma primitiva. È evidente che a seconda del tempo che impiegano le parti abbassate per rialzarsi, la sopravvenienza d'una nuova massa sulle stesse può coincidere col momento in cui l'elasticità è per ispiegare, od ha spiegata intera la sua massima forza, per produrre questo effetto. Nel primo caso la ruota scende nella concavità della spranga che si piega ognor più, e quindi la curvatura aumenta al sopraggiunger d'ogni furgone; nel secondo nasce un moto violento fra la spranga ed il furgone che si incontrano con moto concepito in direzione contraria. Succede un effetto simile a quello che si prova quando si cammina sopra una tavola posta a traverso di una larga fossa; se si regola il passo colle ondulazioni della tavola, si cammina bene e si sentono poche scosse, e la tavola si piega ognor più; ma se il passo non è d'accordo colle oscillazioni, se ne risentono delle forti reazioni. Così nel trasporto sulle ruotaje elastiche, se le ruote impiegano minor tempo a succedersi che non impiegano le spranghe a rialzarsi, gli inconvenienti ora accennati avran luogo, e tanto più forti quanto maggiore sarà la velocità. Sulla strada di Liverpool, le ruote de' furgoni stanno distanti fra loro circa m. 1. 80, quindi quando la velocità arriva ai 20 metri si riproducono ad ogni undicesimo di minuto.

SEZIONE SECONDA.

MOTORI ADOPERATI SULLE STRADE FERRATE.

Dividerò in quattro clàssi i motori che servono comunemente a tirare sulle strade ferrate, ed esaminerò successivamente i loro vantaggi ed i loro svantaggi.

Questi motori sono:

1.° I cavalli.

2.° La forza di gravità.

3.° Le macchine stabili.

4.° Le macchine mobili o locomotrici.

CAPITOLO PRIMO.

CAVALLI.

§. 135. Questa specie di motore è quella il cui acquisto primitivo è meno costoso; ma tale vantaggio è forse contrabbilanciato dalle spese pel suo mantenimento quotidiano e dalla limitazione dell'utilità del suo servizio in certe circostanze.

§. 136. V'è molta discrepanza nella valutazione della quantità di lavoro giornaliero corrispondente alla forza media di un cavallo. Nel calcolare la potenza delle macchine a vapore col mezzo della forza dei cavalli, la si suppone ordinariamente e vi è rappresentata da 75 chilogrammi alzati ad un metro per secondo. La giornata di lavoro di un cavallo essendo di circa 8 ore, potrebbe in questo caso alzare 2,160,000 chilogrammi ad un

metro per giornata. Ma questa valutazione è esorbitante per un cavallo comune, poichè la resistenza di 75 chilogrammi è troppo grande, e lo affatichebbe ben tosto qualora il lavoro fosse quotidiano. In pratica questa resistenza si riduce a 65 ed anche a 60 chilogrammi. Quanto poi alla velocità d'un metro per secondo, essa è molto conveniente per lo sviluppo della forza dell'animale, e può eziandio ritenersi come quella che corrisponde al massimo del suo lavoro utile, il quale valutasi eguale al prodotto della resistenza superata, per lo spazio percorso. Questo prodotto diminuisce qualora il cavallo cammini più veloce o più lento, giacchè allora i suoi movimenti muscolari non sono liberi nella loro azione. Oltre di ciò un cavallo non può lavorare più di 8 ore al giorno, e bisogna comunemente che riposi un giorno per settimana.

§. 137. Perciò noi ammetteremo per base che nel trasporto delle merci il cavallo deve andare ad un passo d'un metro per secondo, o di 3600 metri per ora, vincendo una resistenza di 60 chilog. e lavorando 8 ore. A questo modo il suo effetto utile sarà espresso da $60 \times 8 \times 3600 =$ 1,728,000 chilogrammi alzati ad un metro.

§. 138. Abbiam veduto che sopra una strada ferrata orizzontale ed in linea retta, la media resistenza nel tiro con furgoni bene spalmati o unti è eguale ad $^1/_{200}$ od a $^5/_{1000}$ del peso che devesi trasportare. Perciò ogni 1000 chilogrammi ossia ogni tonnellata produrrà in questa circostanza una resistenza di 5 chilogrammi che agisce in direzione inversa del cavallo, e che esso dovrà trasportare a 3600 metri di distanza in un'ora. Dividendo dunque per 5 il numero 60 che esprime la resistenza che si suppone possa superare un cavallo, il quoziente esprimerà il numero delle tonnellate che potrà strascinare, il quale è 12. Quindi sur una strada ferrata orizzontale ed in linea retta un cavallo potrà condurre 12000 chilogrammi che equivalgono a tre furgoni carichi ciascuno di 3000 chilogrammi di merce, pesando all'incirca 1000 chilogrammi il loro porta-carico e le ruote.

§. 139. Questo risultamento per due ragioni si può considerare come il *massimo* in pratica: 1.° perchè nessuna strada ferrata è perfettamente orizzontale, formandovisi sempre dei piccoli avvallamenti che producono piccole montate, sulle quali il cavallo s'affatica col carico di tre furgoni; 2.° perchè nessuna strada ferrata è costantemente in linea retta, e per poco che il raggio di curvatura sia minore di metri 1000, si genera una resistenza addizionale assai viva nel tiro.

§. 140. Se la strada ferrata fosse in pendio, abbiamo già veduto quanto rapidamente si aumenterebbe la resistenza, cosicchè ove l'inclinazione fosse di 5 millimetri per metro, farebbesi doppia di quella che si avrebbe

sur una strada orizzontale, per cui non si può caricare il cavallo oltre i 6 mille chilogrammi, giacchè $\frac{60}{10}=6$, senza computare la porzione di forza bisognevole per sollevare il proprio peso. Sopra un pendio di un centimetro per metro non si potrà caricare oltre i 4000 chilog. e così di seguito. A due centimetri e mezzo per metro lo sforzo del cavallo è ridotto a 2000 chilog.; e se non si possono evitare tali pendenze, bisogna allora aver ricorso ad altri motori meno dispendiosi, poichè in questo caso l'effetto utile prodotto dal cavallo trovasi troppo prossimo a quello che produce sopra una strada ordinaria.

§. 141. Qualora la maggior parte dei materiali da trasportarsi seguitasse la pendenza della strada, e che i carri dovessero rimontar vuoti, un cavallo solo potrebbe condurre un gran numero di furgoni nella discesa, agendo in questo caso la parte del peso decomposta in direzione contraria alla resistenza dovuta agli attriti. Ma siccome lo stesso cavallo deve risalire coi carri vuoti con cui è disceso, occorrerà tener conto di questa circostanza. Così sulla pendenza di 4 millimetri la resistenza d'un carro carico nella discesa è eguale a $4000 \times \frac{5-4}{1000}$ ossia a 4 chilogrammi, per cui un cavallo potrebbe scendere con un numero di furgoni eguale a $\frac{60}{4}$ ossia 15. Ma nella risalita, la resistenza d'un carro vuoto essendo eguale a 4 chilogrammi di peso decomposto a seconda del pendio, più 5 chilogrammi d'attrito, ossia a 9 chilogrammi, non potrà trascinare che $\frac{60}{9}$ ovvero 7 carri al più, numero a cui si dovrà limitare il suo carico nella discesa. La considerazione inversa avrebbe luogo per una pendenza di 2 millimetri, dove il numero dei carri carichi che un cavallo potrebbe tirare nella discesa sarebbe circa la metà di quello dei vuoti coi quali potrebbe rimontare.

§. 142. Quando poi la pendenza della linea oltrepassa i 5 millimetri per metro, i convogli carichi possono discendere per la sola forza di gravità, essendo la porzione del loro peso che agisce nel senso della pendenza superiore al valore della resistenza dovuta all'attrito. In questo caso il loro movimento viene regolato nella discesa col mezzo delle scarpe descritte nel secondo capitolo della prima sezione, ed i cavalli non sono posti in azione che per l'ascesa, ridiscendendo poscia al passo per trovar nuovi carri da rimorchiare. Ma questa discesa senza carico sprecando inutilmente una parte della loro forza, si è cercato di economizzarla ponendo i cavalli in una specie di

scuderie mobili su quattro ruote, ed avviandoli in seguito ai convogli che discendono per mezzo del proprio peso. I cavalli si abituano facilmente a questo genere di viaggio; e se il trasporto non li stancasse menomamente, potrebbero fare un lavoro press'a poco il doppio di quello che produrrebbero ridiscendendo nel modo ordinario. Supponiamo infatti che la strada abbia 8 chilometri di lunghezza ed una pendenza di millimetri 5 ½ per metro. Potendo un cavallo percorrere in adequato 30,000 metri per giornata, farebbe lungo questa linea due discese e due salite con sei carri vuoti per volta, ossia risalirebbe con dodici carri, e se fossero due con ventiquattro. Facendoli invece discendere colle scuderie mobili, questi due cavalli risalirebbero ogni volta con undici carri vuoti, più la loro scuderia che pesa quanto un furgone vuoto, quando sia fatta solo per due cavalli. Perciò se non si affaticassero nella discesa, farebbero quattro viaggi e risalirebbero con 44 furgoni invece di 24. Ma questa discesa sul carro produce sempre qualche fatica, in modo che non si può tener conto che di tre discese e tre risalite, cioè del risultato di soli 33 furgoni. Bisognerebbe inoltre fra la settimana dare loro qualche riposo maggiore dell'ordinario. Perciò sulla strada di Darlington, dove questo sistema è messo in pratica, il cavallo riposa la domenica, e per due giorni la settimana non fa che la metà del solito lavoro.

§. 143. Noi ridurremo quindi a 30 il numero medio dei furgoni che due cavalli possono rimorchiare in un giorno colle scuderie mobili, producendo perciò con questo mezzo un effetto utile di qualche cosa maggiore d'un quarto dell'ordinario. Ma occorre che si verifichino molte circostanze perchè si realizzi questo vantaggio: occorre cioè che la linea abbia la lunghezza da noi considerata, od almeno che sia divisa in tratte limitate onde la risalita non affatichi troppo i cavalli, che devon ripartire non sì tosto sono arrivati al punto più elevato: occorre che il servizio sia fatto con grande regolarità, perchè la discesa dei cavalli segua immantinente, giacchè se v'ha ritardo può passar la giornata senza che possa eseguirsi il numero richiesto di risalite. Questa regolarità nella partenza dei convogli è difficilissima ad ottenersi sur una strada a ruotaje destinata al servizio pubblico; nè potrebbe stabilirsi completamente che sopra una strada riservata al servizio particolare d'una fucina o di una miniera di carbon fossile. È però in generale di grandissimo vantaggio pel servizio, che l'azione del motore non sia interrotta da alcuna causa estranea. Queste considerazioni fecero rinunciare all'uso delle scuderie mobili sulla strada da S. Stefano a Lione, ma sono ancora in attività sulla strada di Darlington. Esigono un buon numero di deviazioni ai punti di scarico dove si fermano i fur-

goni, dovendosi poter facilmente attaccare la scuderia del convoglio già disceso, a quello che deve risalire.

§. 144. Quando i cavalli sono adoperati per servizio dei carri leggieri e delle diligenze, la loro velocità non deve essere spinta oltre le quattro leghe all' ora, essendo ridotto il carico ad una resistenza di 25, o 30 chilogrammi. In questo caso bisogna cambiarli di mezza in mezz' ora, e non far loro percorrere più di quattro stazioni al giorno, altrimenti non possono sopportare simil genere di lavoro. L' effetto così prodotto si può rappresentare con 30 chilogrammi alzati a 20,000 metri, ovvero 600,000 chilogrammi alzati ad un metro, il che equivale a poco più d' un terzo dell' effetto prodotto dal cavallo che lavori al passo ordinario di 3,600 metri per ora (1).

(1) La seguente tabella ricavata dal Manuale di Hartmann sulle strade ferrate, e confrontata co' dati delle Lezioni di Minard dimostra la forza media del cavallo a differenti velocità tanto sulle strade comuni quanto sulle ferrate nelle circostanze di tratte orizzontali ed in linea retta.

	Velocità		Durata del lavoro giornaliero	Viaggio giornaliero	Forza sviluppata	Carico totale trasportato	Resistenza per unità di carico	Intervallo di riposo del cavallo	Spese giorn. di mantenim. del cavallo e conduttiere	Costo per tonnellata e chilometro		OSSERVAZIONI
	all'ora	al secondo										
	chilom.	met.	ore	chilom.	chilog.	tonnel.		giorni	fr.	fr.		
1	3,6	1,0	9	32,4	51	1, 2	1/25	5	5, 50	0, 18	Strade comuni	Carretti ordinari.
2	9,0	2,5	3	27,0	33	0, 8	1/15	4	6, 20	0, 37		Diligenze francesi.
3	16,0	4,4	1, 5	24,0	20	0, 5	1/25	3	7, 60	0, 82		Diligenze inglesi.
4	3,6	1,0	9	32,4	51	12, 0	1/240	5	5, 50	0, 025	Ferrate	Risultato medio secondo Wood.
5	13,0	3,5	1, 3	16,9	37	6, 7	1/180	3	7, 60	0, 09		Diligenza sulla strada di Lione in pianura: poco dissimile per la pendenza di m. 0,006 e m. 0,014

NB. *Il carico utile si calcolò tre quarte parti del carico totale trasportato, ritenuta l'altra quarta parte come rappresentante il peso dei veicoli.*

Si scorge dalle cifre dell'ultima colonna dedotte dai calcoli riguardo al costo del trasporto: 1.° che astrazione fatta da tutte le altre circostanze di interessi per le spese di primo impianto, amministrazione ec., sulle strade comuni è circa sette volte maggiore che non sulle ferrate: 2.° che tanto sull' una quanto sull' altra strada aumenta nella ragione medesima colla quale cresce la velocità, ritenuto sempre lo stesso motore. Bisogna inoltre notare che la durata de' cavalli si fa sempre più breve coll' aumentare la velocità del loro corso, cosicchè se per il servizio N. 1 possono durare in attività 6 anni, non ne durano che 5 pel N. 2, e 4 pel N. 3.

Del resto ecco il prezzo a cui rinviene sopra alcune strade ferrate in attività il trasporto di una tonnellata ad un chilometro.

§. 145. Un cavallo da tiro costa in generale 5 fr. al giorno compreso il condottiere. Per questo prezzo verrebbesi quindi ad eseguire il trasporto di 9 tonnellate di merce a 30 chilometri su d'una strada orizzontale, il che significa almeno due centesimi per chilometro e per tonnellata. Siccome però si devono spesso ricondurre i carri vuoti, e siccome il carico di 9 tonnellate è troppo grande a motivo delle irregolarità accidentali, e delle curve che s'incontrano in ogni linea, il trasporto di una tonnellata col mezzo dei cavalli sale comunemente a 3 centesimi per chilometro. Il cavallo poi impiegato al servizio dei viaggiatori costa almeno 6. fr. al giorno, ed il prezzo del trasporto d'ogni viaggiatore varia assaissimo a seconda del numero che si avrà a trasportarne.

Merci — velocità di circa m. 0,90 per secondo.

Strada di Darlington	fr. 0,065	
Lione e Givors	» 0,052	
Newcastle	» 0,050	
Andrezieux a S. Stefano	» 0,045	in discesa
Epinac a Ivry	» 0,087	in salita

Viaggiatori — Velocità di m. 3,50 per secondo

Lione	in piano perfetto	fr. 0,095
	in salita di $^1/_{166}$	» 0,230

CAPITOLO SECONDO.

FORZA DI GRAVITÀ O PIANI AUTO-MOTORI.

§. 146. Abbiamo veduto che quando l'inclinazione d'una strada ferrata oltrepassa i 5 millimetri p r metro, i furgoni vi discendono da sè pel loro proprio peso. Finchè la pendenza sta dentro i limiti di 14 o 15 millimetri per metro, possono essere abbandonati i carri in convoglio, regolando la loro velocità col mezzo delle scarpe da noi descritte; ma quando fosse più forte la pendenza, la loro accelerazione può diventar terribile, e la quantità d'uomini e di scarpe che bisognerebbe disporre per regolarli renderebbe dispendiosissimo e poco sicuro questo modo di guidarli. Un mezzo di rendere utile questo eccesso di velocità è quello di adoperarlo per sollevare un contrappeso, onde è nata l'idea di impiegare la forza dei carri discendenti per rimorchiarne altri, col mezzo d'una fune che passa su di un tamburo o grande girella posta all'estremità della salita e che è attaccata da una parte al convoglio che discende e dall'altra a quello che si vuol rimontare. Questa disposizione si può applicare specialmente alle strade destinate al trasporto dei prodotti delle miniere di carbon fossile, essendo esse generalmente situate in punti piuttosto elevati a petto di quelli de' canali dove si eseguisce l'imbarcamento, ed i ritorni limitandosi a carri vuoti. Nei dintorni di Newcastle e di Sunderland veggonsi molti esempi di simili piani inclinati distinti in inglese col nome di *self-acting planes* ossia piani auto-motori.

§. 147. Nella parte inferiore presentano una sola carreggiata che dividesi a metà della total lunghezza del piano in due paralelle, le quali non hanno più di 30 o 40 metri di lunghezza, e riduconsi in seguito a tre file di ruotaje paralelle che si prolungano fino alla sommità. In questo luogo è posta sotto terra una larga carruccola di ghisa (vedi fig. 16) il cui diametro è un po' maggiore della larghezza d'una carreggiata, ed intorno alla quale

passa un mezzo giro di gomena o cavo che attaccasi per un capo al convoglio che scende, e per l'altro a quello che sale (1). Questa gomena passa in tutta la lunghezza del piano inclinato intorno a ruotelle di ghisa (*scheeves* in lingua inglese) disposte da sette in sette metri all'incirca, di cui ne è una fila per ogni carreggiata divisa ed una fila sola nella carreggiata unica che trovasi nella parte inferiore del piano inclinato.

§. 148. Ciò posto, supponiamo la fune attaccata a due convogli, l'uno carico e posto in alto sur una delle carreggiate, l'altro vuoto e posto al basso sulla strada unica. Il convoglio discendente messo in moto trae con sè la fune a malgrado del suo attrito sulla gran carruccola di rimando o sulle piccole che la reggono; e se la pendenza è sufficiente, fa salire il convoglio vuoto sino al punto in cui le tre file di ruotaje superiori si dividono in quattro. Quivi i due convogli si incrociano, al qual uopo è posta una spina al di sotto dell'incrociamento in modo da dirigere il convoglio che sale lungo la linea che deve seguire. Così passano l'uno avanti all'altro. Il convoglio carico prende l'unica carreggiata inferiore e quello che sale segue la direzione datagli dalla fune a cui è attaccato, ed arriva all'alto del piano inclinato in un punto dove cessa il pendio, e dove si ferma non essendo quivi più tirato dalla forza del convoglio discendente, arrivato pure ad una tratta orizzontale, ed impossibilitato quindi ad esercitare alcuna ulteriore forza di trazione (2).

(1) Questa girella suol essere di ghisa col diametro che varia fra i m. 1,80 ed i m. 4,80, essendo di m. 0,08 ai m. 0,15 quello del suo asse. Viene collocata in un castello sotterraneo in muratura, ricoperto da robusto intavolato, su cui passano le ruotaje, e si tiene alquanto inclinata all'orizzonte nella direzione opposta alla pendenza della strada.

(2) È conveniente avvertenza quella di non dare al piano una uniforme inclinazione in tutta la sua lunghezza, ma più sentita presso la sommità e più debole al piede per bilanciare le resistenze su tutta la linea, in modo che s'approssimi ad una curva cicloidale. Infatti al primo muoversi del convoglio carico dovendo superare oltre il peso del convoglio vuoto anche quello della gomena, è necessaria una potenza maggiore che non all'avvicinarsi dello stesso al termine della discesa, in cui ha acquistata una accelerazione di moto per effetto della gravità, e pel sussidio del peso della gomena stessa passata per la massima parte da quel lato. Anzi per arrestare il convoglio al piede del piano inclinato lo si può prolungare con una piccola contro-pendenza.

Discesi i furgoni carichi al basso, si arrestano a poco a poco per la cessata azione della forza di gravità e la resistenza che oppone la corda nello scorrere. Ma i furgoni vuoti giunti al piano superiore per la velocità preconcepita, cui non bastano a spegnere gli attriti delle ruote e delle sale, continuano nel loro corso veloce, ed obbligano la gomena che li rimurchiava a ripiegarsi sopra se stessa, il che spesso porta l'inconveniente che le ruote vi passano sopra e fanno forviare il convoglio. Vi si è in parte rimediato attaccando ai capi delle gomene delle catene per la lunghezza di 10, o 12 metri, le quali si conservano più facilmente entro la carreggiata per la minor rigidezza ed il maggior peso.

§. 149. Se porremo l'occhio sulla fig. 16, vedremo la forma dell'incrociamento che si suole praticare alla sommità del piano inclinato affine di schivare l'ingombro dei furgoni vuoti che sono saliti, e dei pieni che si vogliono slanciare nella discesa. Le linee punteggiate indicano le spranghe che passano sul sito della grande carrucola. Siccome i convogli che scendono e che salgono non possono mai incontrarsi che alla metà del piano inclinato, ne viene per conseguenza che a quel punto soltanto occorre una doppia carreggiata completa, bastandone al di sotto una sola. Al di sopra poi vi sono tre zone paralelle di ruotaje, cosicchè quella di mezzo serve alternativamente pei convogli alla destra ed alla sinistra; nè se ne può fare a meno, poichè una carreggiata semplice obbligherebbe il carro che scende nel punto d'incrociamento a passare sulla gomena che tira il convoglio ascendente; il che importerebbe il grave inconveniente del facile deterioramento della gomena stessa. Noteremo oltre di ciò che la spina che guida il convoglio inferiore nell'incrociamento, resta a questo modo sempre situata nella direzione conveniente pel convoglio precedentemente disceso, il che si concepirà facilmente quando pongasi mente che i convogli discendenti passano ora sulla strada a manca, ora su quella a diritta, alternando con quelli che risalgono. Una persona posta su ciascun convoglio frena al bisogno la sua velocità col mezzo d'una scarpa che può maneggiare a piacimento.

§. 150. Le girelle di ghisa a cui appoggia la gomena, hanno differenti forme a norma che servono per una porzione di linea diritta o curva. Quelle per le linee diritte hanno all'incirca un piede di diametro con una scanalatura di 14 centimetri di larghezza per 6 di profondità, e sono unite ad un asse di ferro il cui diametro tiensi il più possibilmente piccolo per la stessa ragione per la quale si tiene piccolo il diametro della sala in relazione a quello della ruota per diminuire l'attrito dei carri. In questo caso non v'è altra differenza, se non che è la fune che scorre e la carruccola che sta fissa, mentre nell'altro è la ruotaja che sta ferma ed il carro che si muove. Si giunse a diminuir l'asse delle girelle sino ad un centimetro di diametro in modo che il rapporto dell'asse colle girelle fu portato a circa $^1/_{3}$, mentre quello delle sale alle ruote è di $^1/_{11}$. Comunemente rendesi pur libera la girella sull'asse allo scopo di rendere ancor minore l'attrito (1). Nelle svolte la gomena ha una sensibile tendenza a

(1) Affine di aumentare il diametro delle girelle senza che si elevassero tanto da portare impedimento al passo de'convogli, si pensò di abbassarne il centro scavando il terreno in modo che la loro parte inferiore girasse sotto il piano stradale. Per impedire poi che questo fosso si riempisse d'acqua o di fango si immaginò di rivestire la girella, come vedesi espresso nella fig. 48.

scorrere dalla girella e disporsi in linea retta. Per impedire questa tendenza si piegano le scanalature delle girelle nel lato della curva esterna, allungando ben anco il bordo superiore onde rattener meglio la fune, oppure si sostituiscono delle ruotelle orizzontali munite d'un orletto alle estremità onde la gomena non cada o non passi sopra.

§. 151. Le fig. 26 e 27 rappresentano le girelle per le linee dritte tanto in alzato che in pianta, e le fig. 28 e 29 le ruotelle per le svolte ossiano le girelle coll'asse verticale. I sostegni di queste due specie di girelle ponno essere fermati a traversi di legno, ma si avrà maggiore solidità fermandoli a dadi di pietra. Le girelle per le linee diritte si dispongono da sette a sette metri all'incirca, quelle per le svolte più o meno vicine a norma del loro raggio.

§. 152. La forza delle gomene deve variare colla inclinazione del piano e col carico che devono tirare. Comunemente hanno quattro pollici di circonferenza e durano da 9 a 12 mesi, giacchè lo sfregamento a cui sono soggette, sia sulla grande carruccola intorno a cui piegansi, sia sulle minori che le portano, le logora con facilità.

§. 153. Allo scopo di determinare il valore di questo attrito il signor Wood ha fatto una sequela di sperimenti il cui principio consisteva nel notare esattamente il tempo necessario perchè un convoglio di un dato peso potesse far risalire un altro convoglio pure di dato peso alla cima di un piano inclinato d'una pendenza e lunghezza conosciuta. Con questi dati, e colle formole ordinarie che ne somministra la meccanica per calcolare il moto di due corpi a questo modo attaccati sur un piano inclinato, il signor Wood dedusse il valore della resistenza prodotta dalla rigidezza della gomena e dalla ruotazione di tutte le girelle. Questo valore varia, come si sa, a norma del diametro della gomena e del suo stato igrometrico, a norma del diametro delle girelle a cui appoggia e dei loro assi, infine a norma della direzione più o meno rettilinea del piano inclinato. La media trovata dal signor Wood sale a $^1/_{17}$ del peso della gomena. Altre osservazioni fatte in proposito dai signori Walker e Rastrick commissarj scelti dalla compagnia della strada ferrata di Liverpool, per determinare la miglior specie di motori che si poteva applicare per servizio di questa sorta di vie, portarono questo medio a meno del $^1/_{20}$ del peso della gomena. Questo risultamento però fu combattuto dal signor Stephenson, il quale provò che questo attrito si alzava spesso fino ad $^1/_{13}$ ed anche ad $^1/_{10}$ del peso della fune; e siccome in pratica bisogna sempre tener conto del minore risultamento onde esser certi d'ottenere un servizio regolare col motore impiegato, così sarà questa la espressione che adotteremo pel valore dell'attrito della gomena sopra i piani inclinati.

§. 154. I piani automotori più dolci in Inghilterra veggonsi sulla strada ferrata che trasporta a Sunderland i prodotti della miniera di Hetton, la quale è pur quella di tutte le strade inglesi su cui questo sistema di trazione ebbe maggior perfezionamento. Il piano il meno ripido di Hetton ha una pendenza di metri 0,028 per metro, e la sua lunghezza è di circa 800 metri quasi in linea retta. Vi si fanno comunemente discendere 7 furgoni carichi che ne traggono in salita altri sette vuoti. La gomena ha 5 pollici inglesi ovvero 125 millimetri di circonferenza, e l'inclinazione di questo piano può ritenersi come il limite infimo su cui può essere impiegato il sistema degli automotori. Potrebbesi al più portare fino a 25 millimetri per metro; ma al di là di questo limite la resistenza delle curve anche le più sviluppate, la maggiore o minor nettezza delle ruotaje, lo stato più o meno perfetto dell'untura de' furgoni, l'umidità assorbita dalle funi sono cause di resistenza troppo grandi perchè si possa sperare un servizio buono e regolare dal sistema dei piani automotori.

§. 155. Aumentandosi l'inclinazione e portandola fino a 4, o 5 centimetri per metro, producesi un' eccedenza di forza nel convoglio che discende in modo da rendersi capace di rimorchiare un numero maggiore di carri vuoti, ovvero un pari numero con qualche carica. Bisogna però avvertire che la fune sia sufficientemente forte per resistere alla maggiore tensione. Generalmente parlando, la forza motrice prodotta dal peso del convoglio discendente è eguale alla porzione del suo peso decomposto nella direzione della pendenza, meno gli attriti dei carri e della gomena ed il peso di essa. Così supponiamo un piano inclinato con una pendenza di 4 centimetri per metro sur una lunghezza di 500 metri, e percorso in discesa da convogli di sei furgoni carichi. La gomena dovrà pesare circa 3 chilog. per metro, ed esser lunga 520 metri a motivo delle parti orizzontali situate alle estremità del piano inclinato. Avremo pertanto

peso decomposto dei furgoni 6×4 t. $\times \frac{4}{100} =$ chilog. 960

attrito dei furgoni 6×4 t. $\frac{5}{1000} =$ ch. 120

id. della fune $\frac{520 \times 3 \text{ ch.}}{10} = \frac{1560}{10} =$ » 156

Totale degli attriti . . . . . ch. 276

peso decomposto della gomena $1560 \times \frac{100}{4} =$ » 62

Totale . . . . chil. 338 » 338

Forza motrice . . . . chilog. 622

La resistenza d'un furgone vuoto nel salire sarà:

Resistenza dovuta all' attrito chil. $1000 \times \frac{5}{1000} =$ chilog. 5

Simile dovuta alla pendenza, chil. $1000 \times \frac{4}{100} =$ » 40

Totale . . . . chilog. 45

Dunque sei furgoni vuoti rappresenteranno una resistenza eguale a 270 chil.

Forza motrice del convoglio che scende . . chilogrammi 622
Resistenza del convoglio che risale vuoto . . . . . . » 270

Eccedenza di forza chil. 352

il qual numero eguaglierebbe la resistenza di otto furgoni vuoti sullo stesso pendio. Se dunque il convoglio che risale si caricherà, per esempio, d'una tonnellata per furgone, risalirà ancora facilmente: ma nel determinare il carico per la risalita bisogna sempre mettersi al sicuro della rottura della gomena, accidento che può menar con se delle conseguenze terribili. Per questo motivo, come per avere certezza d'un servizio regolare, è cosa conveniente che la carica che risale sia sempre molto più tenue di quella risultante dal calcolo.

§. 156. Quando il piano automotore serve per portare a basso il carbon fossile cavato da un pozzo d'estrazione, non è supponibile alcun trasporto all'insù, e per conseguenza onde equilibrare i carri vuoti coi pieni, se il piano è rapido, bisogna rallentare la velocità del convoglio scendente per mezzo di potenti scarpe capaci anche di sospendere ogni movimento in caso di necessità. Un meccanismo assai ingegnoso in questo genere fu praticato alla miniera di Gourd-Marin vicino a Rive-de-Gier (Loira), e consiste nell'impiegare come mezzo di resistenza l'attrito di due mole simili a quelle d'un mulino. Per questo fine la corda abbraccia un tamburo il cui asse attraversa una mola fissa, e porta una mola girevole che si ravvicina più o meno colla fissa secondo vuolsi diminuire od aumentare il loro attrito; la quale operazione si eseguisce come nei mulini a vapore comuni, stantechè l'asse gira in un pezzo fisso all'estremità di una leva mobile che si alza più o meno. Quando vuolsi mettere in moto il convoglio si alza d'assai la leva, e la mola che gira staccasi dalla fissa; poscia quando i carri si sono posti in cammino si abbassa la leva in modo da far rivivere a poco a poco l'attrito delle due mole, e col mezzo di questo meccanismo si possono far discendere anche senza contrappeso due furgoni carichi sopra una pendenza di 50 millimetri per metro.

§. 157. I piani automotori un po'estesi esigono per la manovra quattro persone, di cui due per dirigere i convogli, e due per sorvegliare ai tamburi di ruotazione, e preparare i convogli alle due estremità del piano inclinato. Perchè non succeda sbaglio nella manovra, bisogna sempre che chi sta nel punto superiore sappia se il convoglio che sta a basso sia attaccato alla gomena. Ma alle volte gli accidenti del terreno non permettono che si vedano fra loro le persone che sono alle due stazioni. Allora bisogna porre alla stazione inferiore un telegrafo tant'alto che possa essere scorto dalla superiore, oppure stendere in fianco alla via una funicella sostenuta di tratto in tratto da girelle, la quale tirata dal punto inferiore faccia suonare una campana posta al punto superiore, e possa dare anche gli altri segnali.

§. 158. Questa specie di motore sembra assai economico, non impiegando che poche persone; bisogna però aggiungere alle spese giornaliere il consumo e la riparazione della gomena, la manutenzione delle scarpe e delle ruotelle, e la loro untura. Prendasi, per esempio, un piano inclinato di 1000 metri colla pendenza di 3 centimetri. V' abbisognerà una gomena che pesi almeno 2 chilogrammi per metro, la quale costerà 3000 franchi. Essa dura un anno tutto al più, il che dà 6 franchi al giorno pel suo consumo, dedotto l'importo ricavabile dalla vendita della gomena usata. Suppongansi su questo piano inclinato dei convogli di sei carri, essendo il loro numero un po' minore di quello calcolato più sopra per un piano di 28 millimetri per metro a cagione della maggiore pendenza: suppongasi pure che il loro trasporto si faccia in un quarto d'ora compresa la fermata, e che il lavoro duri dieci ore; si moveranno in una giornata 240 carri pieni ed altrettanti vuoti; il che corrisponde a 20 tonnellate, ammesse il carico di 3000 chilog. di carbone per ogni furgone.

Perciò le spese giornaliere saranno composte come segue:

Quattro uomini a 2 fr.	fr. 8
Consumo della gomena	» 6
Le ruotelle costano in luogo 15 fr. cadauna, e ne occorrono due file sulla metà della distanza, il che corrisponde, nel supposto che sieno situate da sette in sette metri, a 140 × 15 = ... fr. 2100	
Più, sopra 500 metri una sol fila 70 × 15 = » 1050	
Fr. 3150	
Interesse di questa somma al 10 per %. fr. 315. — Aggiungendo l'untura si avranno fr. 500 annui, ossia per giorno »	1, 66
Totale . . . . . . fr.	15, 66

Così il trasporto di 720 tonnellate sopra 1000 metri costa fr. 15,66 per ispese di trazione, il che ritorna a circa 2 cent. per chilometro e per tonnellata.

§. 159. Suppongasi che questo stesso servizio si fosse dovuto fare col mezzo di cavalli e di uomini, dirigendo questi i furgoni nella discesa col mezzo delle scarpe, e quelli trascinandoli vuoti sull'erta. Ammesso che la discesa costasse poco per l'impiego delle scarpe sopraddescritte, la sola risalita col mezzo de' cavalli sarebbe stata oltremodo costosa, giacchè la resistenza opposta da un furgone vuoto è:

Attrito . . . . chil. 5

Peso decomposto del furgone tonn. $1 \times \frac{3}{1000}$ . . . . » 30

Totale . . . . chilog. 35

La forza di un cavallo a tirare essendo rappresentata da 60 chilogrammi, il numero dei furgoni che potrà strascinare sarà di $\frac{60}{35}$, ossia 1, 72. Supposto anche che due furgoni rappresentassero il carico di un cavallo avrebbe in una giornata trasportati 30 furgoni in ragione di 15 viaggi di salita e 15 di discesa. I 240 carri per giorno avrebbero dunque richiesti otto cavalli che a fr. 5 fanno . . . . fr. 40

Ogni persona avrebbe potuto dirigere nella discesa quattro furgoni per volta col mezzo delle scarpe, e fare perciò 15 viaggi; avrebbe dunque condotti 60 furgoni, e ne sarebbero occorsi 4 pei 240. A 2 fr. cadauno importano » 8

Totale . . . . fr. 48

La spesa sarebbe quindi stata tripla di quella che si può conseguire col piano automotore.

Essendo questo sistema di piani inclinati applicabile al solo caso particolare in cui la merce devesi trasportare pressochè tutta in una sola direzione, ed in cui inoltre la pendenza sia piuttosto sensibile, non vi spenderò maggiori parole (1).

(1) Il sig. Riccardo Badnall il giovine si è fatto in questi ultimi anni (1833) inventore di un nuovo genere di strade a ruotaje di ferro che egli chiama *ondulate*, e furono dallo stesso messe in pratica a Douglas nell'isola di Man. Non sarà fuori di proposito il darne qui un'idea, avendo il principio su cui è fondato qualche analogia con quello de' piani automotori, e ciò non tanto per l'importanza dell'invenzione quanto pel rumore che la stessa ha destato in Inghilterra ed in Germania. Consiste essa in un sistema di piani consecutivamente in discesa ed in salita, secondo i quali l'inventore dispone il profilo della strada per passare da un punto estremo all'altro invece di riunirli con una

linea retta. Appoggiato alla massima che un corpo discendendo per un pendio acquista tanto di velocità da poter salire per una certa tratta di un' erta opposta di pari inclinazione, senza ajuto di altri mezzi di trazione fuor di quello guadagnato colla gravità, pretendeva che la forza maggiore necessaria per salirvi fino alla vetta risultasse minore di quella che abbisognava per ispingere lo stesso corpo per un piano orizzontale che congiungesse una vetta all'altra.

È facile il concepire la falsità di questo raziocinio. Infatti, astrazione fatta da ogni resistenza, se un corpo messo in movimento sopra una linea concava scendesse al basso e guadagnasse l'opposta cima, conservando quivi la quantità di moto iniziale, lo stesso corpo messo in movimento sopra una retta orizzontale che congiunge i due punti estremi vi camminerebbe con moto uniforme ed arriverebbe al punto opposto colla stessa quantità di moto iniziale come nell'altro caso, e ciò evidentemente pel principio generale di inerzia dei corpi. Confrontiamo ora le resistenze che ne daranno la misura della forza necessaria a superarle, e vediamo gli altri elementi che concorrono alla estinzione di forza nel nuovo sistema. La resistenza dovuta agli attriti degli assi contro le boccole e delle ruote contro le ruotaje si conserva sempre la stessa, sia la strada in piano, sia in declivio od in ascesa, nè varia che col variare della lunghezza della linea percorsa, la quale è maggiore naturalmente nelle strade ondulate. La resistenza dovuta alla impenetrabilità dell'aria cresce non solo in ragione della lunghezza della linea percorsa, ma pure in quella del quadrato della velocità. I furgoni nella discesa pei piani inclinati acquistano una velocità che si fa semprepiù accelerata e devono vincere con proporzionata violenza l'opposizione dell'aria. Ora la forza consumata a superare questa resistenza non può essere riparata dalla minore opposizione nella salita, e quindi è forza sprecata. Evvi un terzo elemento a svantaggio del sistema Badnall, e consiste nel consumo di forza pel movimento d'articolazione del cavallo, o per gli attriti inerenti al giuoco della macchina, a motivo della linea prolungata. Finalmente fu osservato dai pratici che nell'ascesa di un convoglio sopra di un piano acclive le ruote della macchina, per piccola che sia la pendenza sdrucciolano, sulle ruotaje, onde nel loro giro non percorrono uno spazio eguale allo sviluppo della loro circonferenza. Ciò rappresenta una forza inutilmente consumata e forma un quarto elemento di perdita per le strade alla Badnall.

Converrà quindi sempre in ogni caso, e lo dimostrò con sottile analisi il Navier in una delle dotte sue memorie inserite negli Annali di ponti e strade, riunire i punti estremi con una linea in un piano, a meno che ostacoli che non si possano superare senza un eccesso di spese e di lavori non consigliassero di applicare un sistema consimile nel passaggio delle vallate per iscansare grandiose arginature ed altissimi ponti, e delle piccole schiene de'colli per evitare lunghe e nocive gallerie sotterranee. Però si abbia ognora sott'occhio che lo spreco sempre in questi casi maggiore di forza, cresce col crescere della inclinazione dei piani, e quindi sarà conveniente limitare l'ondulazione del profilo a piccolissime saette in confronto delle corde tese fra i punti culminanti.

CAPITOLO TERZO.

MACCHINE STABILI.

§. 160. Il caso inverso dell' ora esaminato è quello in cui tutta la mercanzia deve essere trascinata sopra ripidi pendii che ricercano lo sforzo di gran numero di cavalli. Allora la resistenza risulta: 1.° dall' attrito dei furgoni e del loro carico; 2.° dalla parte del loro peso decomposta in direzione della pendenza; 3.° dalla parte del peso del motore decomposto alla stessa guisa. L' influenza di quest' ultimo elemento può essere riflessibilmente moderata rimurchiando i carri sui piani inclinati con una macchina a vapore stabile, posta alla sommità, e che trasmetta la sua forza per mezzo di una fune che si avvolga ad un tamburo. Giunti i furgoni carichi alla cima, si attaccano alla fune i vuoti che ritornano verso il luogo dove succede il caricamento, strascinando la fune che si svolge dalla macchina e ne modera la velocità della discesa. Così il motore trovandosi concentrato in un sol punto, può impiegare utilmente la porzione di forza altrimenti perduta nella ascesa. È ben vero che in questo nuovo modo di agire deve vincere la resistenza addizionale prodotta dall'attrito della fune sulle ruotelle che la sostengono come nei piani automotori; ma d' altronde il numero delle persone necessarie per la manovra si trova assai diminuito, e se vi si aggiunge la circostanza della prossimità d'una miniera di carbon fossile si ottiene un' altra grandissima economia coll' impiego di un combustibile a vil prezzo. Perciò questa nuova applicazione della macchina a vapore sulle strade ferrate fu in un momento adottata nei dintorni di Newcastle dove venne introdotta fino dal 1808, e distinguesi col nome di sistema di macchine fisse o stabili.

§. 161. Non occorre il fare qui una descrizione delle macchine a vapore adoperate a questo ufficio, giacchè vi può essere impiegato qualunque sistema di quelle che servono nelle comuni officine, trattandosi di

avvolgere attorno di un tamburo la fune che rimorchia i carri, e che è portata da carruccole o ruotelle simili alle superiormente descritte. Essa adoprasi comunemente un po' men forte che non sui piani automotori, stantechè prova minori tensioni, non essendo tirata come nell' altro caso da due pesi che esercitano uno sforzo potente sulla carruccola posta alla sommità, e producono in quel punto un ragguardevole attrito. La sua grossezza varia secondo il peso che deve trascinare, e per conseguenza secondo la ripidità del piano inclinato. Eccone le dimensioni ricavate dagli esempi d'Inghilterra.

Pendenza di 0,05 per metro. — Fune di 7 pollici inglesi di circonferenza, pesante per metro . chil. 3. 75

Pendenza di 0,025 per metro. — Fune di 5 pollici inglesi di circonferenza, pesante . . . . » 1. 85

Pendenza di 0,015 per metro. — Fune di 4 ½ pollici inglesi di circonferenza, pesante . . . . . » 1. 40

§. 162. La resistenza prodotta dallo sfregamento della fune contro del tamburo, e delle ruotelle su cui appoggia, è un po' minore che sui piani automotori. Il signor Wood non fa questa distinzione, e valuta per medio la resistenza prodotta dalla fune $^1/_{17}$ del suo peso tanto se si faccia uso di un piano automotore, che se si serva di una macchina: dietro però le osservazioni sviluppate più sopra, ond'esser certi di un servizio regolare, è meglio attenersi al di sotto di questi limiti, e conviene valutare ad $^1/_{11}$ del peso la resistenza della fune sopra piani serviti da macchine stabili.

§. 163. Questo sistema fu esteso sino a 5000 metri per una sol fune, e se ne vede un esempio sulla strada di Hetton presso a Sunderland. Tale lunghezza pare un massimo da non oltrepassare, giacchè il valore della resistenza della fune sopra di un piano inclinato di 0,015 per metro sale di già a $\frac{4200}{12}$ ossia a 350 chilogrammi, il che rappresenta la resistenza prodotta da cinque furgoni carichi che salgono. Dovendo poi essere maggiori le dimensioni della fune sopra pendenze più sensibili, ne segue che la lunghezza della tratta deve esser minore, e conseguentemente non oltrepassare i 1200, o 1500 metri. Così si conseguiscono due vantaggi anche nel caso che la pendenza permettesse di stabilire delle tratte di 5000 metri; l'uno dei quali è di facilitare le comunicazioni col mezzo di segnali da un estremo all'altro della tratta per indicare il momento in cui la macchina deve esser posta in azione; l'altro è di porgere sulla distanza di 5000 metri un passo intermediario per

l'intersezione delle strade campestri che vi possono capitare; giacchè quando queste strade le incrociano lungo le tratte in cui devesi stender la fune, bisogna farla passare in solcature appositamente praticate nel terreno, e coprirle con tavole che una persona ha cura di togliere quando la fune deve agire, il che importa maggiore dispendio, ed oltre a ciò maggiori pericoli alle vetture che attraversar devono la strada ferrata.

§. 164. I carri fatti salire colla macchina vengono tratti direttamente verso del tamburo di ruotazione al quale s'avvolge la fune. Egli è cosa importante che possano venire prontamente e facilmente staccati giunti che sieno alla sommità, altrimenti sarebbero strascinati sotto il tamburo che romperebbero, e ne sarebbero infranti. Ciò si conseguisce col mezzo di una specie di tanaglia di ferro (fig. 11) che si ferma al primo furgone, e colla quale l'uomo posto sul dinanzi del carro prende la fune nel momento della partenza. Finchè egli tiene la tanaglia chiusa premendola colla mano, la fune resta attaccata: giunto alla sommità nella parte orizzontale, l'abbandona; la fune se ne va sola, ed i carri strascinati semplicemente dalla velocità impressa seguitano senza difficoltà il prolungamento della strada che passa a lato del tamburo.

§. 165. Può avvenire anche che la fune si rompa nella salita ove la tensione fosse troppo gagliarda. Allora i carri sarebbero rapidamente trascinati da un movimento retrogrado, la loro velocità si aumenterebbe in modo terribile a motivo della pendenza, e ne potrebbero derivare gravissime sciagure. Per ripararvi attaccasi all'ultimo furgone del convoglio che sale una spranga di ferro, che porta due lunghe aste le quali strisciano sulla strada. Se la fune si spezza, i carri cominciano a prendere un movimento retrogrado, il che si fa sempre lentamente sul principio e dopo la perdita della velocità acquistata nelle direzioni della salita; ma allora le aste si infiggono nel suolo, e il convoglio trovasi da se stesso fermato sul piano inclinato (1).

§. 166. Finora però non fu trovato mezzo alcuno economico per impedire gli accidenti se la fune si spezza nella discesa, onde ne consegue

(1) Nei piani inclinati della strada di Liverpool si usa, per arrestare i convogli ascendenti in caso di rottura della fune, il seguente congegno. Egli consiste in una specie di traino o treggia (fig. 49) che viene strascinata dall'ultimo furgone ed appoggia sfregando sulle ruotaje. Il profilo delle sue sponde è conterminato da correntini di legno rivestiti di ferro, e presenta la forma dell'angolo curvilineo compreso fra la ruota e la ruotaja. Se il convoglio rincula, la treggia s'arresta, e le ruote dell'ultimo furgone salendo sulle sue sponde non possono concepire alcun moto retrogrado, e quindi il convoglio si ferma.

la necessità di sorvegliarne attentamente lo stato, e di non tentare di diminuire troppo il suo diametro per diminuire l'attrito prodotto dal suo moto, giacchè un solo sgraziato accidente può costare da tre a quattro mila franchi. Del resto la fune spezzata s'aggiusta per mezzo di giunture, come praticasi in quelle delle miniere.

§. 167. D'ordinario le macchine stabili tirano i carri carichi al sommo del pendìo, e si ritornano vuoti all'imo: ponno però applicarsi a frenare la discesa de' carri carichi ritardando l'accelerazione della velocità loro colla resistenza della fune svolta con più o meno rapidità. Se dunque nel tracciamento d'una strada ferrata trovasi una vetta a due versanti opposti, invece di perforarla con una galleria, vi si potrà stabilire una macchina che servirà a far discendere da una parte i carri che avrà tirati in alto dall'altra, e reciprocamente; e benchè il trasporto fosse considerevole, si potrà nel supposto d'una macchina di sufficiente forza spartire la sua partenza sopra due tamburri corrispondenti ciascuno ad un versante in modo che contemporaneamente potrà servire per un convoglio che scende ed un altro che sale. Basterà a quest'uopo un doppio ingranaggio all'albero del volante (1).

§. 168. Scorgesi dall'esposto finora, che il servizio delle macchine stabili è soggetto in generale ad essere attraversato dagli accidenti di rottura della fune e dai ritardi ne' segnali colla conseguente perdita di tempo. Se la macchina che serve ad una tratta si guasta, ogni servizio della strada trovasi sospeso in quel punto, e quando pure questo non abbia ed avvenire, una irregolarità nel ritorno dei carri, per esempio, può impedire il ritorno della fune alla stazione inferiore e viceversa. Concludasi perciò che l'impiego delle macchine stabili dev'esser riguardato come utile per superare rapide ascese, ma che conviene meglio cercare di regolare

(1) A luogo dei due tamburi si potrebbe, come ne' piani auto-motori, far uso di una gran girella orizzontale mossa da una macchina a vapore con un congegno di ruote ingranate. Ma questo metodo semplicissimo e sommamente economico richiede che l'attrito della corda sulla gola della girella sia maggiore dell'eccesso del peso dei furgoni carichi sui vuoti, giacchè altrimenti la ruota girerebbe senza far muovere con sè nè la corda nè i furgoni.

Ove l'inclinazione del piano e il peso del convoglio vuoto in discesa sono tali che i furgoni non abbiano sufficiente attività di moto da strascinar dietro sè la fune, bisogna aggiungere al precedente meccanismo una gran girella nella stazione inferiore del piano, fasciata da una seconda corda di cui un capo viene attaccato al davanti del convoglio vuoto che discende e l'altro al di dietro di quello carico che sale. Con questo mezzo la macchina a vapore agisce anche sui furgoni in discesa e li tira al basso, il che ha luogo alternativamente su tutt' e due le linee.

14

il tracciamento della strada in modo da schivare l'inconveniente di queste pendenze e d'un motore che può intoppare tutto il servizio, e soprattutto se si pon mente come egli sia difficilissimo il supporre una linea di qualche estensione che possa esser servita da simili macchine disposte di tratto in tratto sopra una scala di piani inclinati.

§. 169. Le spese di trazione delle macchine stabili compongonsi dall'interesse del capitale di primo impianto, e dalla spesa di manutenzione. La forza della macchina necessaria per una tratta calcolasi dietro la sua lunghezza, che è la distanza a cui dovrà rimurchiare i convogli, ed il numero de' furgoni vuoti o pieni di cui si può comporre ciascun convoglio.

Per darne un esempio supporremo, 1.° che la tratta sia di 3000 metri a 15 millimetri di pendenza; 2.° che il trasporto sia di 600 tonnellate, ovvero 600,000 chilogrammi al giorno in salita, e che i carri discendano vuoti, caso il più vantaggioso per la sostituzione delle macchine stabili ai cavalli; 3.° che la velocità dei carri sia di 3 metri al secondo, onde percorreranno i 3000 metri in 15 minuti. Conteremo però 20 minuti col tempo necessario pel cambiamento di strada, e la comunicazione dei segnali, in modo che in 12 ore la macchina farà fare alla fune 18 salite e 18 discese. Siccome poi non si può supporre che il lavoro duri più di 18 ore continue, ne viene per conseguenza che se si riducesse la velocità del trasporto, bisognerebbero due macchine in luogo d'una per ottenere il servizio indicato, per cui sarebbe uopo addoppiare anche la carreggiata ed il numero delle ruotelle.

Le 600 tonnellate rappresentando 200 carri di 3 tonnellate cadauno, ogni convoglio dovrà dunque esser composto di $\frac{200}{18}$, ossia di 11 furgoni.

La resistenza di questo convoglio si dedurrà in questo modo:

Attrito di 11 furgoni carichi . . . . . 11×4 t. $\times 0{,}005$ = chil. 220
Peso decomposto a seconda della pendenza 11×4 t. $\times 0{,}015$ = » 660
Totale . . . . chil. 880

Per far fronte ad una simile resistenza abbisognerà una fune di 4 pollici e mezzo di circonferenza, dietro gli esempli indicati dell'Inghilterra, la quale peserà chil. 1, 4 per metro; onde il suo peso per 3000 metri sarà di 4, 200 chilogrammi, di cui si prenderà il $\frac{1}{12}$ per lo sfregamento sulle ruotelle, ovvero 350 chil.; dunque:

Resistenza della fune . . . . chil. 350
Parte del peso della fune decomposto nella direzione della pendenza $0{,}015 \times 4200$ . . . . » 63
Resistenza totale . . . . . . chil. 413

Resistenza risultante dai carri	chil.	880
idem della fune	»	413
In tutto	chil.	1293

La forza di un cavallo, com' è calcolata per le macchine a vapore, equivalendo a 75 chilogrammi, alzati ad un metro per secondo, ossia a 25 chilogrammi a 3 metri per secondo, per essere nel nostro caso la velocità di 3 metri, il numero dei cavalli che dovrà rappresentare la macchina sarà di $\frac{1293}{25}$, ossia di 52, che per non aver tema di errare diremo 55.

Spesa per l'impianto d'una macchina stabile della forza di 55 cavalli.

Macchina simile a quelle d'Inghilterra in ragione di 800 fr. per cavallo	fr.	44,000
Tamburo e ruote	»	5,000
Casa e focolare della macchina	»	18,000
Serbatojo d'acqua e casa del macchinista	»	6,000
	fr.	73,000
450 ruotelle a 15 fr. l'una in opera	»	6,750
Totale	fr.	79,750

Spesa pel servizio di una macchina stabile di 55 cavalli.

Si contano 300 giorni di lavoro regolare all'anno.

Interesse dei fr. 79,750 al 6 per 100 fr. 4,875 per cad. gior.	fr.	15, 95
Riparazioni e manutenzione della macchina compresevi la caldaja, le spranghe, la canape e l'unto a 25 fr. per ogni cavallo che rappresenta fr. 1, 575	»	4, 58
Carbone, 8 chilogrammi per ora e per cavallo; $8 \times 12' = 96$; $96 \times 55 =$ chil. 5280 a 40 centes. al °/₀, prezzo nelle vicinanze delle miniere	»	21, 12
Un macchinista	»	4, 00
Una persona a far fuoco	»	2, 00
Consumo delle ruotelle 200 fr. all'anno	»	0, 66
Olio per le stesse 300 fr.	»	1, 00
Una persona per ungerle	»	2, 00
Quattro persone per dirigere i convogli e porli a luogo a 2 franchi cadauno	»	8, 00
Sommano	franchi	59, 31

4,785

Retro . . . . . franchi 59, 31

Una fune di 4200 chilogrammi costerà un franco al chil. (dedotto il ricavo della vendita della fune usata) cioè franchi 4200: interesse al 6 per 100 franchi 252 . . . » 0, 84

Supponendo la linea abbastanza sviluppata, il consumo della fune è valutato in Inghilterra un centimetro per ogni tonnellata che si trasporta, e per ogni miglio inglese di 1600 metri; onde nel nostro caso di 3000 metri, il consumo giornaliero sarà di circa 2 cent. per tonnellata, ovvero di 12 franchi per 600 tonnellate. » 12, 00

Totale . . . . franchi 72, 15

che equivale a fr. 0,04 per chilometro e per tonnellata.

§. 170. Se questo trasporto si fosse eseguito col mezzo di cavalli ogni furgone carico, offrendo una resistenza di $4 \times 25 = 100$ chilogrammi, ed un cavallo non rappresentando che una forza di 60 chilogrammi, conservando il suo peso ordinario, sarebbero occorsi almeno 3 cavalli per due carri carichi, ed avrebbero inoltre faticato assai. Facendo per giorno cinque viaggi in salita e cinque in discesa, in tutto dieci, avrebbero trasportati 10 furgoni carichi, onde pei 200 furgoni sarebbero abbisognati $\frac{3}{10} \times 200 = 60$ cavalli, la cui spesa sarebbe stata di $5 \times 60 = 300$ franchi.

Siccome poi la discesa dei furgoni vuoti sarebbe stata fatta da uomini, e ne sarebbe bastato uno per ricondurre molti cavalli, ed un altro una ventina e più di furgoni vuoti; così non terrem conto della discesa come facemmo pei piani auto-motori, giacchè allora si trattava della discesa di furgoni carichi sopra un pendio piuttosto ripido. La spesa coi cavalli sarebbe dunque eguale a 300 franchi per 600 tonnellate trasportate a 3000 metri, il che equivale a franchi 0,166 per chilometro e per tonnellata, vale a dire il quadruplo che colle macchine, come trovammo più sopra. Questa proporzione però sarebbe diversa col variare dell'attività dei trasporti, e talora ridurrebbesi alla metà.

§. 171. Tale è l'uso ordinario delle macchine stabili sulle strade ferrate: ma si andò ancor più lungi, si pretese di trovarvi vantaggio applicandolo anche a tratte quasi orizzontali e molto lunghe. Nelle esperienze fatte in proposito si combinò il servizio delle macchine stabili in modo che si trovasse sempre una fune in pronto a trascinare i carri in quel punto ove non potevano più muoversi nè in una direzione nè nell'altra per effetto della sola pendenza. Ciò richiede qualche spiegazione perchè meglio si comprenda. Alle due estremità A, B d'ogni tratta, o ricambio, ponsi una

macchina stazionaria armata d'un tamburo di ruotazione che porta una fune di una lunghezza eguale a quella della tratta. Supponiamo ora una di queste funi svolta e stesa su tutta la linea da *B* in *A*, per esempio, ed un convoglio pronto alla partenza in *A*. Attaccasi la fune svolta sul davanti di esso, e sul di dietro attaccasi l'altra ancora avvolta sul tamburo della macchina *A*. Quindi la macchina *B* tira il convoglio avvolgendo la fune stesa, e la macchina *A* svolge la fune del suo tamburo, la quale seguita il movimento progressivo del convoglio in modo che quand'esso sia arrivato in *B*, la prima fune trovasi avvolta, la seconda distesa. Allora staccasi il convoglio, e se ve n'ha uno pronto a partire in *B* attaccasi alla sua parte anteriore l'estremità della seconda fune, e alla posteriore quella della prima. La macchina *A* lo tira, e la *B* sviluppa successivamente la sua fune che segue il secondo convoglio, e che si trova stesa per un terzo che partirà da *A*. Questa maniera di operare fu distinta col nome di *Sistema reciproco*.

§. 172. Per valutare le spese di tal sistema supponiamo che debbansi trasportare alla distanza orizzontale di 3000 metri 900 tonnellate al giorno, che vadano per una sola direzione, tornando i carri vuoti. Queste 900 tonnellate rappresentano 300 furgoni carichi di 3 tonnellate cadauno. Se si impiegassero cavalli, sarebbe d'uopo dividerli in coppie di due ed attaccarli abitualmente a 5 carri che tirerebbero pieni, ritornando vuoti. Un cavallo al tiro facendo circa 30000 metri per giorno, si può supporre che per essere poco carico per la metà della corsa faccia 12 viaggi. Perciò i due cavalli faranno 6 viaggi con 5 furgoni carichi, ed altrettanti con cinque furgoni vuoti, che importa in tutto 30 furgoni carichi e 30 vuoti. Per eseguire l'intero trasporto abbisognano quindi $\frac{300}{30}$ coppie, ovvero 20 cavalli, che a 5 fr. cadauno costeranno 100 franchi, il che equivarrebbe a centesimi 3, 70 per ispesa di trasporto per ogni chilometro ed ogni tonnellata. A questa cifra di 100 franchi bisogna aggiungere 3 franchi a titolo di spesa di manutenzione della carreggiata destinata al passaggio dei cavalli, il che porterà detta spesa a centesimi 3, 81.

§. 173. Ora se pongonsi delle macchine stabili ad ogni estremità della linea, avranno esse a vincere resistenze diverse, essendo l'una destinata a trascinare i carri vuoti, l'altra i pieni. Bisognerà inoltre osservare, come nell'esempio precedente, che acciò producano il massimo effetto, dovranno avere una velocità di movimento più considerevole di quello dei cavalli, e bisognerà quindi regolare in proporzione il numero dei carri per ogni convoglio.

§. 174. Nel supposto dell'esempio precedente che i carri debbano percorrere i 3000 metri con una velocità di 3 metri al secondo, il tempo del tragitto sarà di un quarto d'ora ai venti minuti, valutando a 5 minuti il tempo preso ad attaccare e staccare i convogli, e cambiarli di posto. Perciò in 12 ore di lavoro avremo 36 viaggi, di cui una metà pei carri vuoti. Dunque avremo 18 viaggi di furgoni carichi, per cui ogni viaggio si comporrà di 17 furgoni.

Ogni convoglio di 17 furgoni carichi peserà $4^t \times 17 = 68$ tonnellate.

Resistenza dovuta all'attrito dei 17 carri carichi 68 t. × 0, 005 . . . . chilog. 340

La fune di 3000 metri dovrà avere 4 pollici e mezzo di circonferenza, e pesare circa chilogrammi 1,40 per metro: il suo peso totale sarà dunque di chilogrammi 4200, di cui $\frac{1}{12}$ per la resistenza dovuta allo sfregamento, e sarà . . . . » 350

Resistenza totale . . . . . chilog. 690

La forza d'un cavallo da vapore è eguale ad un peso di 75 chilometri alzati ad un metro per secondo, ovvero a 25 chilometri alzati a 3 metri nello stesso tempo. Dividendo la resistenza totale 690 per 25 avremo il numero dei cavalli che dovrà rappresentare la macchina che trasporterà i furgoni carichi, il quale è di 27 ½, e si può supporre di 30 per non cadere in abbaglio.

Ogni convoglio vuoto peserà 17 tonnellate in ragione di 1000 chilogrammi per carro.

Resistenza dovuta all'attrito dei 17 carri vuoti, chilogrammi $\frac{17000}{200}$ . . . . chilog. 85

La seconda fune sarà di 3000 metri come la prima, ma non occorrerà sì grossa, e basterà del peso d'un chilogrammo per metro, onde peserà 3000 chilogrammi il cui $\frac{1}{12}$ sarà . . . . » 250

Totale . . . . chilogrammi 335

che divisi per 25 daranno 13, 4, per cui la macchina dovrà avere la forza di circa 14 cavalli, che porteremo ai 15 per non errare.

Spesa del primo impianto per un Sistema reciproco.

Una buona macchina da 30 cavalli simile a quelle che ne vengono d'Inghilterra costerà almeno 1000 lire sterline, o fran.	25,000	fr. 50,000	
Il tamburo e le ruote dentate . . . . »	5,000		
La casa per le macchine ed il focolare . . »	15,000		
Il serbatojo per l'acqua e l'abitazione del macchinista . . . . »	5,000		
Una macchina da 15 cavalli, circa. . . . . franchi	15,000	» 35,500	
Il tamburo e le ruote dentate . . . . »	4,500		
La casa per le macchine ed il focolare. . »	12,000		
Il serbatojo e l'abitazione del macchinista. »	4,000		
450 ruotelle assortite a 15 fr. l'una in opera			» 6,750
Totale . . . . franchi			92,250

Il cui interesse calcolato per lo meno al 6 per °/₀ come s'usa in commercio, sarebbe di franchi 5535.

Spesa giornaliera pel Sistema reciproco.

	Cadauna giornata.
Interesse come sopra, calcolati a 300 i giorni di lavoro, fran.	18, 45
Riparazioni e manutenzione delle macchine, compresevi le caldaje, a franchi 25 per cavallo e per anno, sopra 45 cavalli rappresentanti la forza delle due macchine, franchi 1125 che danno per giorno . »	3, 75
Carbone per le macchine che lavorano 12 ore al giorno, in ragione di 8 chilogrammi per cavallo e per ora, fanno per 12 ore 96 chilogrammi, e per 45 cavalli 4320 chilogrammi a 40 centesimi per 100, al costo sul luogo d'estrazione . . . . »	17, 28
Due macchinisti a quattro franchi l'uno . . . . »	8, 00
Due persone a far fuoco a 2 franchi . . . . »	4, 00
Quattro persone per dirigere i convogli e porli a sito a due franchi . . . . »	8, 00
Consumo di ruotelle, circa 200 franchi all'anno, calcolando come s'usa in Inghilterra, e come facemmo più sopra, 100 franchi per ogni miglio di 1600 metri di carreggiata semplice, il che fa al giorno »	0, 66
Olio per le ruotelle 300 franchi all'anno, e al giorno »	1, 00
Persona per eseguire l'unzione . . . . »	2, 00
Sommano . . . . franchi	63, 14

Retro . . . . . franchi 63, 14

Due funi di 3000 metri del peso l'una di chilogrammi 4200, l' altra di chilogrammi 3000, in tutto chilogrammi 7200, costeranno un franco al chilog. dedotto il ricavo della fune usata, ciò che importa un capitale di franchi 7200, il cui interesse al 6 per % è di 432 franchi che equivale per giorno a » 1, 44

Nel supposto che la linea sia sviluppata su grandi curve, il consumo della fune si valuta in ragione dell' uno per 100 per ogni tonnellata trasportata ad un miglio inglese (1600 m.). Nel nostro caso avremo dunque 2 centesimi pel consumo d'ogni tonnellata, e quindi sopra 900 tonnellate . . . . . » 18, 00

Totale . . . . fran. 82, 58

La spesa giornaliera adoperando i cavalli risulta di . » 103, 00

Differenza . . . . franchi 20, 42

e quindi per ogni tonnellata e per ogni chilometro

cavalli . . . . fr. $\frac{103}{900 \times 3}$ = fran. 0, 0380

macchine. . . . . $\frac{82,\ 58}{900 \times 3}$ = fran. 0, 0306

Differenza . . . . . . franchi 0, 0074

che produrrà circa 6000 franchi all' anno di economia.

Dunque il vantaggio del sistema reciproco sopra l'uso dei cavalli è assai piccolo anche per un trasporto di qualche rilievo e regolare; e certo non basta a nostro parere per giustificare una spesa di 90000 franchi per 3000 metri, corrispondente a 30000 franchi per chilometro. Avremmo potuto prendere a base del nostro calcolo una distanza di 1500 metri, per esempio, il che ne avrebbe portato una diminuzione relativa di peso della fune, e di forza delle due macchine poste all'estremità della linea; ma d' altra parte vi sarebbe occorsa una terza macchina sulla totale lunghezza di 3000 metri alla stazione intermediaria, il che avrebbe accresciuto l' annuo interesse del primo impianto, ed avrebbe importato il pagamento di un macchinista e di una persona a far fuoco di più, di modo che i due conti si sarebbero quasi equiparati.

§. 175. Onde il sistema reciproco possa stabilirsi con qualche successo, bisogna che le spedizioni dei convogli facciansi in modo regolarissimo; bisogna che il carbon fossile sia a vilissimo prezzo, e che non vi sieno

strade attraversanti, per non essere stretti a mantenere delle persone apposta per porre o levare la fune; e quando queste condizioni si trovassero riunite, vi sarebbe sempre a temere ancora la rottura della fune che potrebbe sospendere il servizio. Ne viene da ciò che questo sistema è unicamente applicabile a particolari località e non può estendersi a più d'una o due stazioni, senza cui i pericoli d'interiezione in un gran servizio diventano troppo sensibili. Perciò non fu applicato che su due strade ferrate dei dintorni di Hetton e Brunton. Fu pure proposto per la strada di Manchester a Liverpool, ma fu rigettato dopo una seria discussione intorno a' suoi gravi inconvenienti, giacchè avrebbe richiesto lo stabilimento di diciassette stazioni, ed il minimo accidente che fosse avvenuto ad una di esse avrebbe sospeso il passaggio per una giornata intera (1).

§. 176. Al sotterraneo scavato sotto Liverpool per il transito della strada ferrata, il servizio della discesa a della salita dei furgoni si pratica col mezzo d'una fune senza fine manovrata da due macchine stazionarie poste alla sommità. A questo modo ottiensi maggior regolarità che non nelle strade dei dintorni di Newcastle dove occorre aspettare il ritorno della fune. Il sotterraneo di Liverpool presenta due carreggiate continue, ognuna delle quali è fornita di ruotelle. A basso e in alto trovansi due tamburri, e la fune senza fine va dall'uno all'altro passando per le due linee di ruotelle. La difficoltà di questo sistema consiste nel ten-

(1) Questo sistema inoltre, come quello delle macchine stabili e de'piani auto-motori, non può essere applicato alle strade di grande velocità, giacchè oltre la perdita di tempo per le diverse manovre necessarie all'attaccare ed al distaccare, non è possibile superare una velocità di tre o quattro metri per secondo. Nella seguente tabella sono riuniti i risultamenti delle macchine fisse sui piani inclinati più celebri.

Indicazione delle località	Forza delle macchine	Piani inclinati		Diametro della corda.	Peso dei furgoni carichi in salita.	Velocità media
		lunghezza	pendenza			
	cavalli	metri		millimetri	tonnellate	metri
Liverpool	40	1800	$^1/_{46}$	47	25	3, 90
S. Elena-Runcorn	50	400	$^1/_{30}$	47	24	1, 66
Canterbury . . .	25	3000	$^1/_{76}$	43	40	2, 78
Idem	25	1610	$^1/_{41}$	43	16, 8	3, 57
Ivry (Epinac). .	25	300	$^1/_{81}$	100 20	10, 8	0, 50

La perdita di tempo pei preparativi valutasi di tre minuti ogni giro.

dere la fune a sufficienza onde non abbia a scorrere quando il tamburo superiore è messo in moto dalle macchine stabili; la qual tensione si ottiene per mezzo d'un contrappeso posto in un pozzo scavato nella stazione inferiore, la cui catena è fermata ad un piccolo carro che scorre per una via praticata sotto la strada ferrata. Alla opposta estremità di questo carretto attaccasi un capo della gran fune che si passa dopo attorno al tamburo superiore e che si stende lungo una linea di ruotelle fino al tamburo inferiore. Fa un giro intorno allo stesso, e risale lungo la seconda linea di ruotelle fino al tamburo superiore, intorno a cui fa ancora un mezzo giro e si ferma al piccolo carro a cui trovasi attaccato il secondo capo come il primo. Con questo ingegno il contrappeso agisce ad un tempo sopra ambedue i capi della fune, e la tiene saldamente stretta ai tamburi. Però essendo la fune raddoppiata sulla lunghezza del sotterraneo, il suo sfregamento trovasi press'a poco raddoppiato; onde abbisognano due macchine da cinquanta cavalli ciascuna pel servizio di questo sotterraneo, la cui pendenza non sorpassa due centimetri per metro. Le spese di manutenzione di una fune di questa sorta, delle due file di ruotelle e delle due macchine sono troppo rilevanti per dimostrare l'importanza che gli Inglesi attaccano onde assicurarsi della regolarità del servizio sopra una strada ferrata.

§. 177. Per porre rimedio al rapido consumo delle funi di canape si tentò di sostituirvi delle catene di ferro. Una di queste vedesi al piano inclinato presso Compfort; ma esse presentano gli stessi inconvenienti delle catene dei ponti sospesi. Un solo anello che si spezzi per un difetto nel metallo, o per mala saldatura, porta con se l'immediata rottura della intera catena, e produce le più gravi disgrazie; ond'è che mi pare offrano maggior sicurezza le funi di canape (1).

(1) A titolo di erudizione aggiungeremo un cenno sulle così dette *chiuse* o sostegni per le strade ferrate, immaginate da Milne, affine di eliminare le tratte in ascesa che paralizzano talvolta l'utilità delle strade a ruotaje rendendole meno vantaggiose delle comuni. Consistono esse in una coppia di grandi cilindri verticali comunicanti fra di loro e muniti di robusti stantuffi, i quali portano delle impalcature che possono alzarsi od abbassarsi coll'alzamento e l'abbassamento degli stantuffi stesi, il quale si conseguisce per mezzo della pressione dell'acqua agente da un altissimo serbatojo. Tali impalcature sono munite di tronchi di ruotaje coincidenti con quelli di due strade l'una sotto, l'altra sopra. Supponiamo che un carro giunga dalla via inferiore e debba essere portato sulla superiore. Spinto sulla impalcatura che trovasi al piano della strada, si carica di un peso l'impalcatura portata dall'altro stantuffo e che trovasi a livello della strada superiore, quindi mediante una combinazione di valvole e robinetti si provoca l'azione dell'acqua premente; il quale effetto si potrebbe fors'anche ottenere più pronto e sicuro coll'applicazione di

CAPITOLO QUARTO.

MACCHINE LOCOMOTRICI.

ARTICOLO PRIMO.

Considerazioni generali.

§. 178. Le macchine a vapore stabili, che s'adoperano nelle officine di qualunque specie, possono essere pesanti e voluminose, senza valutabile inconveniente. Sui battelli a vapore questa libertà di peso e di volume trovasi diminuita, massime per quelli che sono destinati alla navigazione dei canali di poca portata, dove la maggiore o minor profondità a cui passano può modificare assai la velocità del corso. Queste condizioni poi di costruzione diventano più difficili per le macchine locomotrici, giacchè allora l'insieme della macchina deve essere portato da quattro o sei ruote al più, le quali non possono essere sopraccaricate oltre un certo grado, e deve inoltre essere contenuto fra certi limiti di larghezza, lunghezza ed altezza cui è rigorosamente impossibile il sorpassare, poichè per una parte bisognerebbe dare dimensioni costosissime alle gallerie, ai ponti, ed in generale alla linea stessa della strada se è costituita da due carreggiate come d'ordinario, e per altra parte una lunghezza stragrande benchè ripartita su di un sufficiente numero di ruote

un torchio idraulico. Il contrappeso caricato sulla superiore impalcatura, e la forza della pressione acquea fanno sì che lo stantuffo portante il carro si alzi a livello della strada superiore, abbassandosi l'altra. Allora si spinge il carro dall'impalcatura, si leva il contrappeso, e facendo fare un mezzo giro al sistema, si fa in modo che si trovi l'impalcatura inferiore in coincidenza colla strada e pronta a ricevere un secondo carro. I contrappesi poi vengono rialzati quando nel ritorno si fan ridiscendere i carri con manovra simile presso a poco.

Questo sistema ingegnoso, e che potrebbe essere adoperato in alcuni casi particolari presso le officine, non è però capace di una estesa applicazione ne'casi comuni a motivo della sua complicazione e del grave ritardo che porterebbe alla corsa de'convogli, prodotto specialmente dal non poter agire che con uno o due carri al più per volta.

presenterebbe un grandissimo ostacolo al movimento della macchina sulle curve, e tanto da assorbire quasi interamente la forza che potrebbe sviluppare. Questa difficoltà d'esecuzione delle macchine locomotrici spiega il motivo per cui è scorso tanto tempo dalla loro prima invenzione, vale a dire dall'anno 1769, data del privilegio generale accordato a Watt, fino all'epoca in cui cominciarono a diventare un oggetto di industria comune, capace di alimentare speciali officine di costruzione.

§. 179. Le macchine locomotrici dovendo essere possibilmente leggieri e compatte, scorgesi che non ponno munirsi di nessun apparecchio di condensazione, e che devono entrare interamente nella categoria delle macchine ad alta pressione in cui il vapore agisce colla forza di molte atmosfere. Inoltre l'apparecchio destinato alla produzione del vapore non può prender tanta superficie quanto nelle macchine stabili, e per conseguenza onde possano essere capaci di produrre una forza potente a malgrado di questa forzata limitazione delle dimensioni delle caldaje, si dovette tentare di perfezionare i metodi ordinarj di produrre il vapore in modo da aumentare possibilmente la quantità per un tempo dato in una caldaja di piccola capacità. Sta nella risoluzione di questo problema la difficoltà principale di siffatta specie di macchine.

§. 180. La prima macchina locomotrice fu costrutta in Inghilterra da Trevithick, ingegnere inglese, che ha contribuito assai al perfezionamento della macchina ad alta pressione. La sua macchina era composta d'una caldaja cilindrica portata da quattro ruote, la quale animava un cilindro che agiva sopra le stesse. Fu esperimentata su di una strada a ruotaje piane nel paese di Galles l'anno 1806, nè potè produrre che un effetto debolissimo, il che si attribuì a quei tempi a mancanza d'adesione tra la superficie della ruota e quella del piano su cui si moveva. Per comprendere il moto di una macchina locomotrice è d'uopo considerare che la superficie della ruotaja e quella della circonferenza della ruota sono sparse di picciole scabrosità incomprensibili ad occhio nudo, e le quali agiscono a guisa di tanti piccoli denti d'ingranaggio, in modo che quando il cilindro spinge il manubrio che è fisso alla ruota della macchina e tende a farla girare, essa si aggrappa alla superficie della ruotaja come il rocchetto d'un martinetto s'aggrappa all'asta dentata. Se la resistenza che la macchina deve superare prevale alla sua forza, il che succede quando il numero ed il peso dei carri da tirare è troppo grande, o quando è troppo rapido il pendio da percorrere, questi piccoli denti si piegano e le ruote strisciano arretrandosi invece di avanzare. Questo scivolamento fu il primo difetto che si riconobbe nella macchina di Trevithick;

onde si rivolsero le ricerche a trovare un mezzo che rendesse più energico il contatto delle ruote colle ruotaje, mentre all'incontro il principal difetto di questa macchina, e delle altre che furono fatte immediatamente da poi, consisteva nella poca estensione della superficie della caldaja esposta all'azione del fuoco, per cui non veniva sviluppata la quantità di vapore necessario a vincere le resistenze.

§. 181. Il signor Brunton immaginò di far agire il cilindro non più sulle ruote, ma sovra specie di piedi di ferro che s'infiggevano nel suolo e spingevano la macchina, come le zampe posteriori di un cavallo. Il signor Chapman pensò che fosse meglio porre di tratto in tratto nel mezzo della carreggiata dei capi morti, ai quali la macchina si rimorchiasse da se per mezzo di una fune applicata ad un tamburo che ne facesse parte, e che si staccherebbe pervenuto che si fosse a ciascuno di questi capi morti. Un terzo, il signor Blenkinsop, credette invece di formare una delle ruotaje con isprànghe di ghisa munite da un lato di denti semicircolari, a cui sarebbesi ingranata una ruota apposita portata dalla macchina, cosicchè i cilindri agendo in modo da far aggirare queste ruote, la macchina venisse ad essere portata avanti senza che le altre ruote potessero trascorrere sulle ruotaje.

§. 182. Sussiste ancora una strada costrutta dietro quest'ultimo modello nelle vicinanze di Leeds, ed è percorsa più volte al giorno da una macchina locomotrice che trasporta a Leeds per ogni viaggio fino a venticinque furgoni carichi di carbone e scavato da una miniera vicina. L'esito del signor Blenkinsop diede qualche voga alla sua invenzione; ma si riconobbe tosto che per essere quella strada piuttosto in discesa verso Leeds, la macchina veniva ad avere grande aiuto dalla pendenza stessa. Questa osservazione, congiunta all'eccedente spesa che portava con sè la fattura delle spranghe dentate, tolse che la strada di Leeds trovasse imitatori. Col fatto bisogna riconoscere che la macchina che serve a questa strada produrrebbe un effetto eguale anche se la ruota dentata fosse tolta, e se gli stantuffi dei cilindri agissero immediatamente sulle quattro ruote comuni.

§. 183. Alcuni sperimenti fatti a Killingworth con quest'ultimo metodo condussero alfine a scoprire il vero difetto delle macchine locomotrici, e si vide che per la sola azione dell'aderenza delle ruote contro le ruotaje una macchina poteva moversi senza sdrucciolare anche su delle salite d'un centimetro e più per metro. Quando vi si attaccava un numero troppo grande di furgoni la macchina partiva e faceva girare le proprie ruote senza strisciare, ma si fermava tosto che il vapore ac-

cumulato nella caldaja al momento della partenza trovavasi consunto dal l'azione dei cilindri. Allora si giunse a comprendere che gli sforzi di perfezionamento andavano diretti a migliorare i mezzi onde produrre il vapore, e conseguentemente la forza.

§. 184. La fig. 31 rappresenta una delle macchine messe in opera nel 1825 sulla strada di Darlington, che ha 40 chilometri di lunghezza, ed era dopo quella da Manchester a Liverpool la più lunga d'Inghilterra. La caldaja consta di un cilindro di latta il quale è fermato su quattro boccole o cuscinetti che abbracciano le due sale della macchina, e resta attraversato da un altro tubo circolare similmente di latta. Questo tubo contiene il focolare della macchina e comunica nella sua estremità anteriore coll'orificio d'un fumajolo circolare di lamiera che ha otto o dieci piedi di altezza. Superiormente alla caldaja si innalzano due cilindri per metà immersi nella stessa in cui si muovono gli stantuffi. La loro asta è sormontata da un bilanciere, le cui estremità agiscono sopra due manubrj posti simmetricamente ai due lati della caldaja, i quali corrispondono ciascuno ad una delle ruote d'una stessa sala e sono fissi ad uno dei raggi in modo che ogni stantuffo fa girare una sala. L'acqua necessaria per alimentare la caldaja, come pure il carbone per far fuoco sono portati da un carro apposito ed unito alla macchina, le di cui quattro ruote non basterebbero per portare quest'eccedenza di peso. L'acqua è posta in un serbatojo di lamiera sufficientemente elevato perchè ne sia facile lo scorrimento per un tubo di cuojo sino all'imo di una tromba alimentare che la comunica al cilindro. Lo stesso carro porta pure il macchinista che dirige il movimento ed il suo ajutante che regola il fuoco, e che ricarica di tratto in tratto il combustibile nella cassa. La forma e la combinazione di questo carro di sussidio, che dicesi *tender* in Inghilterra e che noi diremo *traino*, è press'a poco eguale per le diverse macchine locomotrici. In queste macchine veniva sviluppata una quantità di vapore equivalente ad una pressione di cinquanta libbre inglesi per ogni pollice quadrato, il che corrisponde a tre atmosfere ed un terzo, indipendentemente dalla pressione atmosferica, e questa pressione fu comunemente adottata per le macchine locomotrici.

§. 185. Questa macchina presentava molti e gravi difetti. Il primo e più essenziale era la poca estensione della superficie riscaldata, giacchè il diametro essendo di due piedi e la sua lunghezza di nove, a misura inglese, essa risultava appena di cinquanta piedi quadrati. Ora nelle macchine comuni si calcola che abbisognano otto piedi inglesi quadrati di superficie riscaldata per ottenere l'evaporazione d'un piede cubico d'acqua

in un'ora, il che rappresenta la forza di un cavallo, e perciò la macchina locomotrice ora descritta non potendo svaporare per ora che da 6 a 7 piadi cubi d'acqua, equivaleva appena alla forza di 6, o 7 cavalli. E bisogna di più supporre che il suo fornello producesse una combustione tanto attiva, quanto i grandi focolari delle macchine stabili coll'aspirazione de'loro grandi fumajoli, il che non avveniva a motivo della poca altezza del condotto che non poteva oltrepassare i 10 piedi, essendo limitata da due cagioni, vale a dire della altezza che sarebbe d'uopo dare ai passaggi sotterranei od ai ponti destinati pel traverso delle vie vicinali e delle strade ordinarie, altezza che porterebbe per conseguenza delle spese non piccole, e dall'ondeggiamento che un tubo troppo lungo comunicherebbe alla macchina in moto. Essa inoltre posava direttamente sopra le sale di maniera che le sue diverse parti soffrivano delle scosse violenti per l'azione alternativa degli stantuffi che agiscono sulle ruote, onde tutte le congiunzioni andavano soggette a scompaginarsi con facilità. Finalmente il tubo interno di lamiera venendo rapidamente abbruciato dall'azione della fiamma, doveva esser cambiato almeno due o tre volte l'anno.

§. 186. Tale era in Inghilterra lo stato della costruzione di queste macchine, quando nel 1829 i Direttori della compagnia della strada ferrata da Liverpool a Manchester incerti sulla scelta dei motori che avrebbero dovuto impiegare, aprirono un concorso per le macchine locomotrici, promettendo un premio di 500 lire sterline a chi avrebbe presentato una macchina che soddisfacesse a certe condizioni di forza, leggerezza e rapidità che stabilirono nel programma. Bisognava, 1.° che la macchina fosse capace di strascinare 20 tonnellate in ragione di 10 miglia (16,000 chilometri) all'ora, percorrendo una tratta della loro strada ferrata già compita e press'a poco orizzontale; 2.° che non pesasse che quattro tonnellate e mezza, e questo peso dovesse essere compreso nella carica delle 20 tonnellate che doveva trascinare; 3.° finalmente che fosse portata su delle molle, e che la pressione non dovesse oltrepassare le tre atmosfere ed un quarto, vale a dire 50 libbre per pollice quadrato. La forza richiesta dai Direttori sorpassava la potenza dalle antiche macchine; bisognava dunque aumentarla, e nello stesso tempo la machina non doveva allontanarsi da certi limiti di peso stabiliti nel programma. Quindi lo spirito inventivo dei costruttori si dovette rivolgere interamente ai mezzi di aumentare la superficie della parte della caldaja esposta al contatto del fuoco senza aumentare il peso della macchina.

§. 187. L'un d'essi, il signor Hackworth, raddoppiò il tubo interno,

della macchina di Darlington, e riunì i suoi due tubi per mezzo di una calotta emisferica che serviva alla circolazione della fiamma dal tubo inferiore al superiore. Un altro, il signor Braithwaite, introdusse nella caldaja un lungo tubo piegato a spirale e destinato a portare l'aria infuocata per entro l'acqua, e l'aria era aspirata in questo tubo per mezzo di un ventilatore mosso dalla macchina medesima. Infine un terzo, il signor Stephenson ingegnere della strada di Liverpool e costruttore delle macchine locomotrici di Newcastle, presentò una macchina la cui caldaja cilindrica era attraversata nella sua parte inferiore da 25 piccoli tubi di rame di due pollici di diametro in cui s'avviluppava la fiamma nell'uscire dal focolare. Questo processo permetteva così alla fiamma di circolare in tutte le parti della massa liquida, e riscaldava una superficie più ampia di quella delle altre macchine. La macchina del signor Hackwort aveva una superficie a contatto colla fiamma di 8 metri quadrati. Quella del signor Braithwaite, che non pesava che tre tonnellate, ne aveva dai 5 ai 6; e quella del signor Stephenson 12. Fu quindi quest'ultima che ottenne il premio dalla compagnia di Liverpool. Al tempo stesso ed anche prima di questi saggi, il signor Seguin il maggiore faceva dei tentativi con un simile sistema di caldaje attraversate da tubi nei cantieri della compagnia della strada ferrata da S. Stefano a Lione; anzi i suoi Direttori gli avevano aggiudicata una patente di privilegio un anno prima di quell'epoca. Questa invenzione può quindi a giusto titolo essere riguardata come francese.

§. 188. Checchè ne sia, questo sistema di caldaje a piccoli tubi orizzontali per la circolazione della fiamma è ancora al dì d'oggi il migliore che si conosca per ottenere facilmente una grande evaporazione. Altri tentativi in gran numero furono pur fatti sia dal signor Braithwaite per perfezionare la sua prima macchina, sia dal signor Gurney e da altri ingegneri per render più attiva l'evaporazione in quelle da loro messe in corso sulle strade ordinarie. Il principio generale di questi saggi era di impiegare il sistema dei piccoli tubi in un modo diverso da quello di già conosciuto; ma la complicazione dei loro congegni non potè venire adottata per un servizio di lunga durata. Perciò il sistema delle caldaje a tubi orizzontali è ora unicamente usato sulle strade ferrate da Liverpool a Manchester e su quelle di Francia.

Dopo d'aver così esposti i principj generali che devono dirigere la costruzione delle macchine locomotrici, e rapidamente accennati i progressi successivi dalla prima invenzione di questo nuovo genere di motore, passerò ora ad esaminare i diversi dettagli di cui componsi l'assieme, ed i metodi adottati dalla pratica per la loro esecuzione. Prima

però di entrare in questo esame devo dichiarare che non esiste ancora alcun sistema adottato in modo definitivo per la disposizione delle diverse parti di cui componesi una macchina locomotrice. Benchè sulla strada da Liverpool a Manchester il numero delle macchine adoperate sia maggiore di trenta, esse variano fra di loro nelle loro proporzioni e nel loro assieme in modo che gli esperimenti che hanno luogo tutto giorno su questa strada ne formano una vera scuola di costruzione per questo oggetto. Ciò nullostante molti difetti furono già riconosciuti ed evitati, molti metodi di ordinare l'assieme della macchina furono abbandonati dopo una sufficiente esperienza, e la cognizione di questi tentativi e dei risultamenti che se ne trassero potrà essere utile a tutte le persone che vorranno occuparsi di simili costruzioni.

ARTICOLO SECONDO.

Disposizione complessiva delle macchine.

§. 189. L'ossatura della macchina componsi d'un telajo oblungo di ferro o di legno che porta la caldaja ed a cui si fermano i cilindri e le trombe alimentari. Onde spegnere le scosse accidentali prodotte nella corsa e conservare meglio le unioni delle diverse parti della macchina, questo telajo è sostenuto da molle direttamente fermate alle boccole delle sale. Queste molle ponno porsi in due modi o, al di sotto o al di sopra dell'intelajatura, la quale in quest'ultimo caso viene portata dalle due estremità delle molle che vengono sorrette da un'asta di ferro che le attraversa ed appoggia sulle boccole. Quest'ultima disposizione è molto usitata sulla strada da Manchester a Liverpool, e presenta il vantaggio di abbassare il centro di gravità del sistema e di diminuire così il propagamento delle oscillazioni. A questo fine le molle pongonsi talora anche sotto le sale.

§. 190. Ogni macchina è fornita di due cilindri a vapore uniti alla caldaja, e nelle prime costrutte dopo quelle di Darlington, da noi descritte più sopra, erano situati verticalmente uno per lato, e l'azione del loro stantuffo veniva trasmessa per mezzo di un bilanciere e delle opportune aste alle due ruote situate da una stessa parte. Stando a questa disposiziono i punti di riunione dei raggi delle ruote e delle due aste situate a ciascun lato devono essere l'un l'altro ad angolo retto, precauzione indispensabile perchè la macchina possa porsi in moto senza difficoltà; altrimenti le due aste fermandosi a *colpo-morto* nella direzione verticale,

sarebbe uopo rimoverle a forza di braccia onde la macchina cominciasse ad agire. È questo il sistema col quale sono costrutte le macchine della strada ferrata da S. Stefano a Lione.

§. 191. Si modificò in seguito questa disposizione cambiando la direzione verticale dei cilindri, e si trovò più conveniente di dar loro una inclinazione col telajo della macchina di 45 gradi, facendoli direttamente agire sulle ruote anteriori. Per essere poi le ruote posteriori unite alle anteriori col mezzo di due verghe rigide fisse ai raggi, l'effetto totale degli stantuffi trovavasi scompartito sulle due sale. Questa invenzione porgo due vantaggi: l'uno era la soppressione dei bilancieri e di tutte le loro parti divenute inutili, giacchè l'asta d'ogni stantuffo non abbisognava che d'una cortissima leva per agire sulla ruota; l'altro era la gran diminuzione del movimento alternativo d'oscillazione delle macchine, sensibilissimo in quelle a cilindri verticali e tendente a distruggere la solidità delle giunture della caldaja e delle altre parti. Anche con questa disposizione i punti d'unione delle due leve coi raggi sono ad angolo retto l'uno all'altro sulle due ruote corrispondenti ad una stessa sala. Le prime macchine della strada di Manchester furono costrutte su questo modello (vedi fig. 32).

§. 192. Parve poscia che l'esperienza dimostrasse che l'inclinazione dei cilindri potesse essere aumentata con vantaggio per diminuire le scosse laterali, e si terminò col porli quasi orizzontali (vedi fig. 33). Questa disposizione mirava a duo fini: l'uno di potere spingere direttamente nel focolare il vapore che esce dai cilindri e che serve di mantice alimentatore della combustione, come vedremo in seguito; l'altro di far agire le verghe degli stantuffi non più sui raggi delle ruote, ma sulle sale stesse che hanno delle manovelle o colli a quest'uopo ai due punti a cui si attaccano le leve degli stantuffi. La comunicazione del movimento dello stantuffo alla sala si fa così allo stesso modo che nei battelli a vapore, e porge il gran vantaggio di difficoltare il torcimento della sala, come può temersi nel precedente sistema in cui la comunicazione del moto si eseguisce esternamente sulle ruote. Questo sistema di sale a manovelle è quasi comunemente adottato sulla strada da Manchester a Liverpool, ma non è egli pure scevro di gravi inconvenienti. Difatti se la macchina riceve per esso un urto, se esce dalle ruotaje, per esempio, immancabilmente la sala si torce, e questa inflessione per quanto sia lieve è di gran momento per la regolarità del corso delle ruote e di tutta la macchina, onde bisogna smontarla completamente per raddrizzare la sala danneggiata. Se questa sala stessa si spezza, o se consumasi, è difficilissimo il procurarsene immediatamente

altra da sostituire, poichè questi assi a duo manovelle sono pezzi di difficile esecuzione e cari, nè puonsi agevolmente sostituire l'uno all'altro. Anche nell'altro sistema può contorcersi la sala, ma tale inflessione raddrizzasi facilmente; o se spezzasi, non è difficile trovarne altre dello stesso calibro da surrogarvi immediatamente. Del resto le continue esperienze che si fanno sulla strada di Liverpool, determineranno presto quale sarà il metodo da preferirsi nella disposizione dei cilindri, e correggeranno le altre imperfezioni che rilevansi ancora nella costruzione delle macchine locomotrici (1).

§. 193. Ad ogni cilindro va unita una tromba alimentare, la cui verga è riunita a quella dello stantuffo in modo da ricevere il suo moto, e nel sistema dei cilindri verticali è attaccata al bilanciere. L'introduzione del vapore nei cilindri conseguesi per mezzo di due valvole a cassetta, unico sistema che non permetta la dispersione del vapore sottoposto ad un'alta pressione. Il loro giuoco è comunemente regolato da aste messe in moto da un eccentrico posto sulla sala; modo però assai complicato che presenta in pratica degli inconvenienti, massime quando si voglia fare scorrere la macchina a ritroso. Senza entrare in particolarità che non possono essere ben intese che sulle macchine stesse in moto, comprendesi esistere una relazione importante da stabilirsi fra il congegno della valvola e quello del corrispondente cilindro in modo che la bocca d'ammissione sia sempre aperta nel momento appunto in cui lo stantuffo giunge al fine della sua corsa, e che il vapore abbia tempo da una parte d'introdursi nel cilindro, e dall'altra di andarsene. Se la bocca apresi troppo tardi, lo stantuffo non sentirà l'azione che d'una quantità di vapore troppo lieve mentre proverà d'altra parte una più viva resistenza pel vapore che non avrà potuto evadere completamente, ed in conseguenza il suo movimento sarà rallentato. Ora cogli eccentrici, la relazione dei moti dello stantuffo e della valvola non può stabilirsi perfettamente se non quando lo stantuffo agisce sempre nella stessa direzione. È vero che si può ne' luoghi di arrivo voltar la macchina per mezzo di una impalcatura girevole in modo che le ruote volgano nella medesima direzione sia nella andata, sia nel ritorno, il che usasi sulla strada da Liverpool a Manchester (2); ma come que-

(1) Pare che finora non siasi trovato metodo migliore, adoperandosi comunemente per le macchine locomotrici le ora descritte sale a due manovelle su tutte le più recenti strade ferrate.

(2) Per evitare questa manovra difficile ed incomoda furono muniti gli eccentrici delle macchine di Liverpool del congegno che si troverà descritto in una delle Appendici che abbiamo aggiunta al presente trattato relativa alla descrizione di una delle macchine poste in moto su quella strada.

sta manovra presenta delle difficoltà, così fu preferito nella strada da S. Stefano a Lione di sopprimere gli eccentrici, e di far muovere la verga del regolatore col mezzo di quella stessa dello stantuffo, essendo questa infatti munita di un pezzo in rilievo che va a colpire successivamente due altri pezzi di cui è fornita la verga della valvola a cassetta in modo da alzarlo ed abbassarlo alternativamente. L'urto di questi pezzi l'uno sull' altro può essere d'altronde ammorzato da piccole molle.

§. 194. La grandezza delle ruote dipende naturalmente dalla velocità che si vuol dare alla macchina. Sulla strada da Manchester a Liverpool, dove si è cercata principalmente la celerità della corsa, le ruote su cui agisce lo stantuffo hanno circa un metro e mezzo di diametro. Se poi i cilindri sono fermati lateralmente alla caldaja, per essere collocati immediatamente al di sopra delle ruote posteriori, e per avere una inclinazione minore di 45 gradi, diventa necessario diminuirne di molto il diametro riducendole a m. 0, 76, o m. 0, 80 a norma delle ordinarie dimensioni delle ruote dei furgoni (vedi fig. 52). Questa diversità di diametro delle ruote di dietro e di quelle davanti ha un inconveniente, ed è che non permette di congiungerle fra loro con una verga rigida, unione importantissima per la forza d'adesione della macchina sulla ruotaja, il qual difetto era poco sensibile ne' principj della strada di Manchester, non essendo i convogli formati che di quattro o cinque carri pieni di viaggiatori. Ma riconobbesi in seguito essere quasi indispensabile l'eguaglianza delle ruote, e la loro riunione per mezzo di verghe rigide pei gran convogli di mercanzie pesanti, onde la macchina non scivoli sulle pendenze. Questa eguaglianza può raggiungersi col sistema dei cilindri posti pressochè orizzontalmente sotto la caldaja, e può allora darsi alle quattro ruote un diametro di m. 1, 50.

§. 195. Qualora non importi che le macchine producano una estrema velocità, convien diminuire il diametro delle ruote per potere strascinare un maggior carico, giacchè la velocità dello stantuffo vuol essere press' a poco la stessa in ambi i casi. Sulla strada da S. Stefano a Lione, e su quella da Darlington a Stokton, dove le macchine non percorrono oltre 10,000 metri l'ora portando convogli carichi soltanto di mercanzie, il diametro delle ruote non oltrepassa i m. 1, 15, ai m. 1, 20.

§. 196. La lunghezza della corsa dello stantuffo è necessariamente proporzionale al diametro delle ruote. Nelle macchine di Manchester lo stantuffo ha 16 pollici inglesi, ossia m. 0, 40 di corsa, la manovella a collo della sala ha per conseguenza 8 pollici, e la circonferenza della ruota sviluppata ad ogni due colpi di stantuffo è eguale a m. 4, 70. Ora si sa

che la velocità conveniente ad uno stantuffo di macchina a vapore è eguale ad un metro per secondo; perciò lo stantuffo che ha 40 centimetri di corsa dovrà fare per ogni minuto secondo un colpo doppio più un mezzo colpo semplice, il che corrisponde ad uno sviluppo di una volta ed un quarto della circonferenza della ruota, ovvero a m. 5, 88. Questa velocità rappresenta m. 412, 80 per minuto, o 24,780 metri per ora. I cilindri d'altronde hanno dagli 11 ai 12 pollici inglesi (27 a 30 centimetri) di diametro. Sulla strada di Lione i cilindri non hanno che 8 pollici francesi all'incirca di larghezza, ossia 22 centimetri di diametro. Lo stantuffo ha 21 pollici, ovvero 57 centimetri e mezzo di corsa. L'estremità dell'asta che muove è fissa a metà delle ruote, e percorre così un circolo il cui diametro è m. 0,575. La velocità dello stantuffo, supposta di un metro per secondo, farà un po' meno d'un doppio colpo completo per secondo, farà cioè un colpo e $^3/_4$, il che corrisponde per lo sviluppo della ruota a $^7/_8$ di circonferenza, o m. 3, 25, velocità che equivale a circa 11,000 metri l'ora.

§. 197. Le ruote sono generalmente di rovere, e rivestite di due cerchi di ferro, l'uno sovrapposto all'altro, che hanno 3 o 4 centimetri caduno di spessore, l'ultimo dei quali porta l'orlo necessario per rattenere la ruota sulle ruotaje. Le congiunzioni dei raggi e dei quarti formati in legno sono soggette a scomporsi per effetto dell'umido e della siccità. Si tentò per ripararvi di formare delle ruote di ghisa; ma l'esperienza ha dimostrato che la ghisa non è abbastanza compressibile per dare una sufficiente aderenza sulla ruotaja, onde le ruote facilmente sdrucciolano. Ne venne da ciò che le ruote di ghisa usate a Darlington per le macchine locomotrici sono state munite d'un cerchio di ferro battuto, il quale per essere più duttile s'applica meglio alla ruotaja sulla quale la macchina deve appoggiarsi nel suo movimento. S'è pur tentato di formar le ruote di ferro battuto, ma presentano troppe ineguaglianze alla circonferenza per applicarsi perfettamente alla ruotaja. In proposito tentossi un sistema di ruote, inventato dal signor Jones di Londra. In esso i raggi non sono fermati contro il mozzo; ma sono semplicemente rattenuti in fori praticati nella circonferenza del mozzo che è vuoto, onde possono così avere un certo agio per cui il mozzo e la sala sono sempre sospesi ai raggi superiori. A questo modo fu montata la macchina a vapore esperimentata dai signori Braithwaite ed Ericson sulla strada di Manchester. Ma questa unione mobile dei raggi col mozzo pare presenti ben poca solidità per resistere agli urti che la pulsazione degli stantuffi imprime sempre alla macchina in moto. Ne' trasporti ordinarj sulle strade inglesi si impiegano molte ruote a raggi e quarti di ferro, ma in esse i raggi sono fissi.

§. 198. In ultima analisi, impiegasi generalmente il legno per le ruote delle macchine locomoventi, perchè questo si presta meglio alla compressione che dee provare la circonferenza contro della ruotaja. Si forma di ghisa il solo mozzo, il quale in Inghilterra è tutto d'un pezzo, con degli incastri per serrarvi l'estremità dei raggi, ed in Francia è separato in due pezzi circolari paralelli, ciascun de'quali presenta la metà dell'incastro per ogni raggio e si uniscono l'un contro l' altro con delle viti.

§. 199. Ai due cerchi di ferro che cingono i quarti della ruota di legno si fa prender la curva nel cilindrarli, e si fermano alla circonferenza per mezzo di caviglie a vite con testa nascosta. È della massima importanza che il cerchio esterno sia di ferro di prima qualità, poichè lo sfregamento energico che esercita contro la ruotaja lo consuma rapidamente, e la rinnovazione dei quarti di ferro costituisce uno dei principali articoli di manutenzione delle macchine locomotrici.

§. 200. Quando i cilindri sono situati lateralmente, e che l'asta dello stantuffo è attaccata al cerchio esteriore della ruota, le boccole in cui girano le sale devono essere per necessità poste nello spazio intermediario alle ruote: ma quando sono sotto la caldaja, ed agiscono sopra una sala a manovelle, non v'è ostacolo a porre le boccole esternamente sul prolungamento della sala. Questa disposizione lascia maggior larghezza all'ossatura della macchina che trovasi immediatamente al di sopra, e maggior campo alla disposizione delle aste di comunicazione che partono dalle diverse parti mobili del meccanismo e si riuniscono sotto la mano del macchinista situato sul furgone. Queste aste servono a regolare l'ammissione del vapore nelle valvole e l'alimentazione dell'acqua. Molte macchine della strada di Manchester sono disposte sopra boccole laterali a questo modo, ed hanno il diametro della testa della sala assottigliato nella parte che corrisponde alle boccole, come nei furgoni della suddetta strada, ottenendosi così di attenuare la quantità di forza impiegata dalla macchina e superare i proprj attriti (fig. 33). Le sale hanno 9, o 10 centimetri di diametro, e le boccole sono un po' maggiori di quelle de' furgoni comuni. In generale, come quelle dei furgoni di Lione, sono rattenute da un pezzo di ferro con due orecchie, come scorgesi dalla fig. 33, la qual disposizione fa pure sì che le molle non si piglino nè in un verso nè nell'altro. Sono poi alimentate di olio o di unto nello stesso modo da noi descritto trattandosi dei furgoni. Ciascun pezzo mobile delle macchine inglesi è temperato a fascio, il che dà loro maggior durata e maggior precisione ai movimenti. Sui punti di riunione delle aste degli stantuffi e delle verghe degli eccentrici si pongono pure piccoli serbatoj d' unto affine di raddolcire gli sfregamenti di questi diversi pezzi in moto.

ARTICOLO TERZO.

Combustibile e caldaja.

§. 201. Il combustibile impiegato per le macchine locomotrici è il carbon fossile od il *coke* (1). Il carbon fossile esige una ventilazione meno potente nel focolare; ma se essa si può procurare, il coke è da preferirsi d'assai, giacchè non fa quasi niente di fumo, vantaggio capitale quando si devono condurre de' viaggiatori, a cui il fumo del carbon fossile reca un grave incomodo sia ne' passaggi sotterranei, sia quando il vento è contrario alla direzione delle macchine. Inoltre essendo il focolare di assai piccola dimensione, è indispensabile di abbruciar sempre del carbone di prima qualità, giacchè le spranghe delle griglie si investono prontamente dei residui silicei che lascia la combustione del carbone mediocre, con danno della libera circolazione dell' aria. È necessario ancora che questo carbone non sia grasso per natura, giacchè in tal caso si scioglierebbe ed impedirebbe pure all'aria di circolare. Finalmente deve essere in pezzi d'una certa dimensione per abbruciare continuamente con vivezza e senza interruzione. Tutte queste condizioni rendono molto difficile anche in prossimità delle cave di avere facilmente del carbon fossile proprio per le macchine locomotrici; mentre si può ottenere generalmente dell'eccellente coke ad un prezzo moderato, venendo esso formato col carbone minuto, che è sempre a basso prezzo. Per esempio sulla strada da S. Stefano a Lione il carbon fossile destinato per le macchine locomotrici costa da fr. 1, 50 a 1, 60 ogni 100 chilogrammi: mentre l' eccellente coke proprio per lo stesso uso non costa che 70, o 75 centesimi a pari peso. Quanto al consumo dell' una o dell' altra specie di

(1) Il *coke* altro non è che il carbon fossile depurato, vale a dire liberato dalla massima parte dell' idrogeno e dell' ossigeno e ridotto all' aspetto di carbone comune. Il carbon fossile produce una fiamma caliginosa e manda esalazioni incomode, mentre il coke arde senza fiamma, senza fumo e senza odore. Ordinariamente il coke si carbonizza formandone cataste di figura conica coi pezzi disposti a strati regolari, alte da 70 a 75 centimetri e larghe alla base da quattro a cinque metri. Tali cataste rivestonsi di paglia e terra umida, e loro viene appiccato il fuoco per un vano profondo circa due decimetri appositamente praticato e col mezzo di alcuni carboni accesi. A questo modo si torrefanno e carbonizzano le materie, appunto come succede nella formazione del carbone comune di legno. Il prodotto valutasi del 50 per 100.

combustibile, l'esperienze sulla stessa strada ha dato i seguenti risultamenti per un tragitto giornaliero di 65 chilometri:

	Consumo.	Prezzo.	Al giorno.
Macchine che abbruciano carbone fossile = quint. 10, ossia chilog.	800	a fr. 1, 56.	fr. 12, 40
Macchine che abbruciano coke . . . . » . . . . »	800	» 0, 72. »	5, 65
Differenza . . . . franchi			6, 84

onde contando 300 giorni di lavoro si ottiene abbruciando del coke una economia di franchi 2,052 all'anno. Solo il coke abbisogna di focolari un po' più grandi che non il carbon fossile.

§. 202. La caldaja delle attuali macchine locomotrici è, come già dissi, un cilindro di lamiera di ferro o di rame attraversato nella parte inferiore da un gran numero di piccoli tubi di rame e terminata alle due estremità con due pezzi verticali circolari. Questo cilindro, che forma il corpo della caldaja, ha generalmente 30 pollici di diametro, e 6, o 7 piedi di lunghezza, e dura molto maggior tempo quando è fatto di rame. Pure le caldaje inglesi sono tuttavia di lamiera di ferro. I piccoli tubi si formavano non è molto di rame; ma recenti esperienze fatte sulla strada ferrata di Liverpool hanno provato che l'ottone il quale, come sappiamo, è un composto di zinco e di rame, resisteva meglio all'azione della fiamma del coke impiegato come combustibile.

§. 203. Il numero e le dimensioni di questi piccoli tubi hanno variato assai. In Francia non si oltrepassò il numero di 80 tubi di 18 linee (40 millimetri) di diametro per ogni caldaja, ciò che dà una superficie di riscaldamento totale di 21 metri quadrati. In Inghilterra si moltiplicarono fino a 140, riducendo il loro diametro a circa un pollice (28 millimetri). A questo modo si otteneva una superficie di riscaldamento di 26 metri quadrati. Ma questa diminuzione del diametro dei tubi ha i suoi inconvenienti, giacchè si riempiono troppo prontamente di fuliggine depostavi dalla fiamma di soverchio impedita nella sua circolazione, onde il vantaggio del loro gran numero trovasi grandemente diminuito. Perciò cominciasi anche in Inghilterra a limitare il numero e le dimensioni dei tubi. Oggi le macchine ordinarie hanno dai 100 ai 110 tobi di 15, o 16 linee (36 millimetri) di diametro, il che rappresenta una superficie di 26 metri quadrati (1).

(1) Nelle macchine Americane il numero dei tubi fu portato fino a 250, disposti verticalmente e sboccanti in un largo tubo orizzontale che ha fine nel fumajolo. Si viene a raggiungere con questo sistema una maggior potenza, secondo Poussin, il che le fece preferire in que' paesi alle macchine inglesi a tubi orizzontali.

Una caldaja costrutta a questo modo può produrre almeno 600 o 700 chilogrammi di vapore all'ora mediante un'attiva combustione nel focolare. Ciascun tubo di rame viene fermato per mezzo di una specie d'anello d'acciajo svasato d'una sol parte e che entra a forza nell'apertura praticata nei due fondi circolari della caldaja. Talvolta si accontentò di ribadire le due estremità di questi tubi alle pareti della caldaja. L'anello d'acciajo ha per iscopo di raddoppiare la forza della lamina su questo punto, e di rendere le unioni più sicure, e si scorge di quanta importanza sia perchè la caldaja possa tener l'acqua ed il vapore senza perdita, malgrado l'alta pressione sotto cui deve agire. I tubi si puliscono sia con una spazzola apposta ad un manico di ferro, sia con una specie di uncino ricurvo; e questa operazione dee farsi ogni qual volta si fermi la macchina.

§. 204. Il focolare è situato nella parte posteriore della caldaja, e forma una specie di cofano quadrato di lamina, indipendente dalla caldaja, alla quale è riunito soltanto per mezzo di viti, levando le quali il cofano trovasi libero e può facilmente essere riparato. Questo metodo di unione è utilissimo in pratica, giacchè il focolare è quella parte della macchina che si deteriora più rapidamente per l'azione energica della fiamma, e se non se ne potesse facilmente surrogare un altro, si correrebbe rischio di dover fermare per lungo tempo e con molta frequenza la macchina. Per preservare dalla fiamma i lati del cofano si procura di raddoppiarli, e nell'interno vi si fa circolare dell'acqua che si riscalda e si fa passare di là nella caldaja. A questo modo la caldaja non riceve che dell'acqua riscaldata, il che procura una produzione di una quantità di vapore ben più considerevole che non s'ella fosse unicamente alimentata d'acqua fredda.

§. 205. Le spranghe dei focolari sono talvolta forate e ricevono una corrente d'acqua destinata ad impedire che s'abbrucino; ma questi tubi costano troppo cari, onde generalmente si preferisce di adoperare delle spranghe massiccie che si cambiano man mano che si sciupano. Essendo questa riparazione delle spranghe molto costosa, gli Ingegneri della strada di Manchester calcolano che occorra di cambiarle tre volte l'anno: altri danno per regola che bisogna cambiarle dopo che la macchina abbia percorso uno spazio di 10,000 chilometri.

§. 206. I focolaj pel coke hanno in generale metri 0,28 di profondità sopra metri 0, 81 di larghezza, quelli pel carbone sono più piccoli. Il focolare è fermato contro la testa verticale della caldaja. In Francia si tentò di prolungarlo al di sotto della caldaja stessa affine di aumentarne la capacità; ma questa disposizione ha un gravissimo difetto.

La fiamma investendo direttamente la giuntura che unisce il cilindro costituente la caldaja al suo fondo circolare, ne abbrucia prestamente la lamiera di cui sono formati e la caldaja ed il suo fondo. Si potrebbe però ovviare a ciò foderando questa parte con lamina di rame, per essere questo metallo più atto a resistere al fuoco.

§. 207. Furono costrutti dei focolari di rame e di lamiera. Quelli di rame costano assai più, ma hanno una maggior durata, e d'altronde se ne può cavare maggior partito, quando si dimettono, colla vendita del metallo usato, che non dalla lamiera mezzo corrosa, come trovasi dopo due anni di servizio sotto l'azione d'un fuoco estremamente energico.

§. 208. L'acqua necessaria all'alimento della caldaja è portata, come già dissi, in una cassa di lamiera posta sopra un piccolo carro unito alla macchina d'onde si fa uscire mediante un tubo di cuojo la cui apertura è regolata per mezzo di un robinetto. Questo tubo comunica con una piccola tromba alimentare posta in azione dalla macchina e che serve ad introdurre l'acqua nella caldaja e nel cofano del focolare. Siccome però ogni porzione ponderabile di vapore che entra nel cilindro deve essere surrogata nella caldaja da un peso corrispondente di acqua, la cassa si vuota dopo un certo numero di colpi di stantuffo. Affine di riempirla di nuovo si collocano di tratto in tratto lungo la linea dei serbatoi di legno o di lamiera situati ad un'altezza d'una decina di piedi (3 metri) tenuti pieni costantemente coll'ajuto di una tromba. Quando la macchina giunge presso a questi serbatoi si ferma, e mediante un robinetto unito al fondo del serbatojo ed un tubo mobile di comunicazione si fa passar l'acqua nella cassa del carro di munizione della macchina.

§. 209. Essa è generalmente fredda all'uscire del serbatojo, perciò si suol riscaldare, come dicemmo, nel tramandarla alla caldaja sia nelle camerette del focolare, sia in alcune specie di sostegni perforati di ghisa situati nel fondo del focolare, e che portano la caldaja: così almeno adoperasi in Francia. Sulla strada di Liverpool, siccome si desiderava di ridurre minimo il peso della macchina onde renderla capace di grandissima velocità, riscaldasi l'acqua negli stessi serbatoj, onde ha generalmente una temperatura dai 40 ai 50 gradi quando passa dal serbatojo fisso a quello della macchina. Questo riscaldamento si ottiene usando il superfluo del vapore non condensato che serve a muovere la tromba che innalza l'acqua ai serbatoj. A Darlington l'acqua è elevata per mezzo di un mulino a vento che si orienta da se, e non esige che la semplice sorveglianza per parte d'un guardiano, il quale dirige al tempo stesso il passaggio dei carri che si fermano in quel punto.

§. 210. Tutte le caldaje delle macchine locomotrici devono essere provvedute d'un piccolo tubo d'un centimetro di diametro posto alla estremità, che serve ad indicare il livello dell'acqua nella caldaja. Questo tubo vuol essere osservato con gran diligenza dal macchinista, perchè se il livello dell'acqua si abbassa di soverchio in conseguenza di qualche ingorgo nel giuoco della tromba alimentare, o per non essere abbastanza aperto il robinetto del serbatojo, la fiamma investendo le pareti della caldaja non tocche dall'acqua, le brucierà issofatto.

§. 211. Si uniscono alla caldaja due valvole di sicurezza a braccio di leva, che si caricano di un peso corrispondente ad una pressione di circa tre atmosfere, ovvero di tre chilogrammi per ogni centimetro quadrato sull'apertura della valvola. A questo proposito si produce un fenomeno molto singolare. Quando la macchina viaggia, anche quando è portata su delle molle, ogni scossa fa sussultare la leva, e sollevar la valvola di sicurezza, cosicchè la pressione è intermittente, ed il vapore se ne va facilmente. Questo inconveniente è tanto sensibile, che sulle strade ferrate situate nei dintorni di Newcastle si soleva ricorrere al partito di fermare durante il cammino il braccio di leva della valvola mediante un piccol ferro mobile che si faceva girare quando la macchina fermavasi per renderne in quel frattempo libera la macchina, essendo specialmente questo caso in cui si devono temere le accumulazioni del vapore, e gli accidenti che ne possono derivare. Cammin facendo il vapore viene dispensato man mano che si produce, e v'è poco pericolo quando la caldaja ha sempre una quantità d'acqua sufficiente. Ne conseguiva però che la macchina in viaggio era del tutto priva di valvola di sicurezza, abitudine azzardosa che non poteva essere conservata sulla strada di Liverpool destinata ad un sì gran trasporto di viaggiatori. Perciò su questa strada si sostituì al peso della valvola di sicurezza una molla posta all'estremità del braccio di leva che ne esercitasse una pressione equivalente. Allora la valvola non si solleva sotto le scosse del moto della macchina. Ad ogni modo si può con ragione temere che la molla soggetta ad irrugginirsi più o meno, non opponga con esatta misura una resistenza alla pressione esercitata contro la caldaja. In Francia si immaginò un congegno che presenta maggior sicurezza, e consiste nell'interporre fra il braccio di leva e la piccola spranghetta a cui appendesi la valvola, una doppia molla che ammorza l'effetto delle oscillazioni del peso attaccato all'estremità della leva. Così la valvola è sempre libera ne' suoi movimenti e quando la macchina è in moto e quando è in riposo.

ARTICOLO QUARTO.

Ventilazione.

§. 212. Già dissi che il fumajolo delle macchine impiegate a Darlington sulle strade ferrate dei contorni di Newcastle non era più alto di 10 piedi; quindi non produceva che una *aspirazione* insufficiente per un focolare delle piccole dimensioni indicate, giacchè la velocità d'ascesa corrispondente a simile altezza non oltrepassa i quattro metri per minuto secondo, onde la quantità d'aria somministrata da una sezione di focolare di circa due piedi quadrati giungeva al più ad un metro cubo per secondo. Eppure il minimo rallentamento nella combustione diminuisce quasi all'istante d'un terzo o d'una metà la forza delle macchine locomotrici, per essere la parte superiore della caldaja che resta vuota capace appena della quantità di vapore necessaria per muovere gli stantuffi che ne assorbono porzione ad ogni colpo. Perciò se questa quantità non viene continuamente rinnovata mercè d'un energica combustione, la macchina si ferma dopo pochi istanti.

§. 213. Elevare maggiormente questi fumajoli presentava, come dicemmo, grandi difficoltà, giacchè questo rialzamento onde fosse utile dovrebbe essere portato ad una decina di piedi di più, e sarebbe perciò stato d'uopo di elevar molto tutti i ponti e i passaggi sotterranei che s'incontrano sulla linea della strada ferrata, operazione spesso impraticabile, o almeno sarebbe stato necessario di piegare i fumajoli attorno ad una cerniera come ne' battelli a vapore. D'altra parte poi simil tubo avrebbe facilmente acquistato nel cammino tal movimento d'oscillazione da scomporre tutte le parti della macchina, come succede sur una breve tratta di strada presso di Leeds che è percorsa da una macchina a vapore armata d'un tubo alto più di 20 piedi.

§ 214. Affine di riparare a questa imperfetta aspirazione il sig. G. Stefenson ideò di gettar nel fumajolo il vapore che esce dal cilindro dopo avervi generato il suo effetto, e di approfittare della sua velocità per promuovere nel tubo una rapida corrente che fosse capace di rendere attiva la combustione. Questa invenzione ha avuto la più felice riuscita; però onde il getto del vapore produca tutto il suo effetto, bisogna che la cappa inferiore del fumajolo dove è lanciato sia impermeabile all'aria esterna in modo che il getto faccia un vuoto esatto dietro sè, e di più torna utile che il getto sia possibilmente diretto a seconda dell'asse del condotto

del fumo. A questo fine si disposero i cilindri immediatamente sotto il fumajolo in modo che il getto riuscisse del tutto diretto senza essere ritardàto da alcun attrito ne' tubi di uscita, attrito che si fa più o meno sentire quando i cilindri sono posti lateralmente alla caldaja. Si procurò in seguito di aumentare il diametro dei tubi di uscita e di riunirli nella canna del fumo in un tubo solo diretto verticalmente, e terminante in alto con un orificio di forma conica troncata a guisa d'un tubo d'imbuto. Pare che questo strozzamento aumenti sensibilmente il risultamento prodotto, giacchè il getto del vapore trovasi così nella stessa circostanza dell'aria che esce da un soffietto comune. I tubi di uscita come quelli di ammissione hanno generalmente un decimetro, o quattro pollici inglesi di diametro.

§ 215. Quando la macchina lavora, il vapore che esce dai cilindri incontra nella canna del fumo una massa d'aria calda che esce dal focolare già animata da una velocità d'ascesa; la spinge avanti colla sua maggiore velocità, e producendo il vuoto dietro di sè eccita una rapida corrente che si precipita sul focolare, la quale ravviva la combustione, per cui si sviluppa una maggior quantità di vapore nella caldaja. L'introduzione di questo nuovo vapore nei cilindri accelera la macchina, e la sua uscita accelera la corrente che alimenta la combustione, d'onde ne viene che una macchina in moto alimentata costantemente di combustibile e d'acqua tende di continuo ad acquistare una celerità maggiore se si muove sur una linea retta di uniforme pendenza, sulla quale la sua velocità acquistata non venga estinta dallo sfregamento delle curve, o dalla porzione di peso decomposta per un aumento di pendenza. D'altra parte si scorge che se la macchina muovesi lentamente, i getti del vapore nel fumajolo saranno intermittenti, e non potranno per conseguenza produrvi una corrente continua, per cui l'introduzione dell'aria nel focolare sarà meno rapida, debole la produzione del vapore, e la macchina si fermerà dall'istante in cui avrà dispensata la quantità di vapore accumulata nella caldaja nel momento della sua partenza. Si deduce da ciò, 1.° che bisogna calcolare il peso che deve strascinare la macchina perchè possa camminare con una sufficiente velocità; 2.° che è vantaggioso l'usare dei cilindri larghi e corti, giacchè allora i getti del vapore nel fumajolo sono più frequenti corrispondendo alle pulsazioni dello stantuffo.

§. 216. Per mettere la macchina in azione cominciasi col riscaldare la caldaja per mezzo del carbone misto alla legna in modo da promuovervi un fuoco vivo che porti la temperatura dell'acqua al di sopra di 100 gradi, e produca sufficiente vapore perchè la macchina possa strascinare

il suo proprio peso. Ottenuto ciò il macchinista fa partire la macchina e la fa camminar sola. Il vapore entrando nei cilindri ed uscendone eccita a poco a poco una rapida corrente d'aria nel focolare: allora vi si getta del coke che si accende ed alza la temperatura nella caldaja. Venendo il vapore sviluppato in una maggior quantità e sotto una maggior pressione, produce un effetto più energico, ed accelera la macchina. A poco a poco l'acqua arriva a 150 o 160 gradi, e la caldaja trovasi ripiena d'un bastante volume di vapore alla voluta pressione. Allora si alza la valvola, e la macchina viene attaccata al suo convoglio: riempiesi d'acqua il suo serbatojo, se per caso ne perdette qualche poco in questo suo saggio preparatorio, e si trova in ordine per la partenza. Bisogna d'ordinario riscaldare la caldaja per un'ora od un'ora e mezzo, perchè la temperatura si elevi a sufficienza ed il vapore giunga alle quattro atmosfere.

§. 217. Sulla strada di S. Stefano a Lione si impiegò un altro metodo di ventilazione, che non sarà fuori di proposito il descrivere, benchè ora siesi generalmente adottato il metodo sopra descritto. Consisteva nel porre sul carro di munizione attaccato di coda alla macchina un ventilatore messo in azione da alcune corregge passanti su di una gran girella fissa ad una ruota del furgone. Questo ventilatore avrebbe potuto essere un cilindro che soffiasse, ma si trovò più semplice d'adattare delle ali consimili a quelle di un mulino per ventilare il grano. A ciascun lato del carro si era disposta una cassa oblunga di assicelle in cui girava una ruota a quattro palette che aspirava l'aria dall'esterno, e la cacciava in un condotto di cuojo che partiva dal ventilatore e finiva al disotto del focolare. I difetti di questo sistema consistevano nell'esigere una certa quantità di forza motrice, ed una manutenzione ragguardevole de' tubi di cuojo e delle corregge.

ARTICOLO QUINTO.

Spese a tirare colle macchine locomotrici.

§. 218. Evidentemente le spese a tirare colle macchine locomotrici variano in ragione della velocità che si stima conveniente di dare ai trasporti. Se vuolsi spingere considerabilmente come sulla strada da Manchester a Liverpool, avverrà d'ogni macchina impiegata come di un cavallo di corsa, non potrà cioè strascinare che un piccol peso in proporzione della sua forza assoluta e si stancherà prontamente; le unioni delle sue diverse parti si scompagineranno, e la rapidità della combustione di-

struggerà le pareti del focolare e i tubi della caldaja. Ne consegue da ciò che per assicurare un servizio regolare con questa grande velocità occorre un numero considerevole di macchine. Noi lasceremo per un istante da parte questo caso che non è applicabile utilmente che al trasporto di viaggiatori, e supporremo che le macchine debbano unicamente condurre de' furgoni carichi di merci con una velocità di 10 ad 11 millimetri l'ora, velocità conforme a quella che hanno sulla strada di Darlington e su quella da S. Stefano a Lione, e sufficiente per lo meno al trasporto d'ogni specie di mercanzie pesanti.

§. 219. Il peso delle macchine, quali si costruiscono attualmente, varia dai 5 ai 7 mille chilogrammi. Bisogna aggiungere circa 3000 chilogrammi sul carro da munizione che le segue carico d'acqua e di carbone, per cui si può calcolare a nove tonnellate circa l'assieme del carro e della macchina colla rispettiva acqua nella caldaja. Prima di mettersi in moto la macchina deve vincere l'attrito dovuto al suo peso, ovvero $\frac{9}{200}$ di tonnellata pari a 45 chilogrammi: di più se si muove sopra una rampa, una porzione di questo peso andrà a produrre una resistenza che sarà:

Ad 1 millimetro per metro	9 chilogrammi.
2.	18
3.	36
5.	45
10.	90
15.	135

onde su di una pendenza di 5 millimetri per metro la resistenza che la macchina dovrà superare per mover sè stessa sarà doppia della azione del suo proprio peso sulle sale. Questa resistenza sarà tripla a 10 millimetri per metro, e quadrupla a 15. Indipendentemente dunque dalla menoma aderenza de' quarti sopra una ruotaja inclinata, una notabile quantità della forza delle macchine locomotrici trovasi impiegata a trascinare il suo proprio peso al di là di un certo limite di pendìo, in modo che a misura che aumenta la pendenza, non si può tirar profitto che d'una porzione sempre minore della loro forza.

§. 220. Sopra un tronco della strada ferrata da S. Stefano a Lione, la cui pendenza in salita è di ½ millimetro per metro, una macchina del peso di 9 tonnellate col suo carro strascina 10 furgoni carichi ovvero 40 tonnellate in ragione di 11 chilometri l'ora, ossia di tre metri circa al secondo. Percorre con questo peso 18 chilometri, riconduce i furgoni vuoti, e fa in tutto tre viaggi completi, andata e ritorno, in una giornata.

Attrito della macchina	9, 000 chil.	× 0, 005	= chil.	45, 00
Attrito dei 10 furgoni				
= 40 tonnellate .	40, 000 »	× 0, 005	= »	200, 00
Peso decomposto della				
macchina	9, 000 »	× 0, 0005	= »	4, 50
idem dei furgoni . .	40, 000 »	× 0, 0005	= »	20, 00
		Totale	chilogrammi	269, 50

§. 221. Questo peso strascinato con una velocità di 3 metri per secondo rappresenta un effetto di 808, 50 chilogrammi al metro per secondo, il che corrisponde incirca alla forza di 11 cavalli. Ora la macchina produce all'ora dai 6 ai 700 chilogrammi di vapore, quantità che nelle macchine fisse rappresenta per lo meno una forza di 20 cavalli. Ma è da notarsi che la linea percorsa dalle macchine non è regolare nel suo pendìo, perchè sopra una tratta di 1000 metri circa offre una salita di 2 millimetri per metro, il che aumenta in questo punto la resistenza perfino a 343 chilogrammi, e di più le difficoltà del terreno non permisero un allineamento diritto od almeno a curve molto estese, essendovene parecchie, e di queste alcune con appena 500 metri di raggio, il che cagiona un attrito assai sensibile, come abbiamo veduto. In fine generalmente il rapporto dell'effetto prodotto all'intensità della forza è minore in una macchina mobile che in una stabile, osservazione che si può specialmente applicare a questa strada, le cui macchine sono ben lungi dall'essere perfette nella loro costruzione (1).

(1) Il signor Wood ha cercato con moltiplicate esperienze di determinare la potenza delle macchine locomotrici in frazione del loro peso, stantechè la loro forza a parità di costruzione aumenta colle dimensioni e quindi col peso delle loro parti. Secondo lo stesso risulterebbe per medio $\frac{1}{20}$ a tempo buono ed $\frac{1}{25}$ a tempo cattivo con una velocità dai due ai quattro metri per secondo. Ciò concorda felicemente anche col sovraccennato esperimento sulle strade e colle macchine Lionesi, giacchè pesando esse circa sei tonnellate, la resistenza superata, applicandovi le deduzioni di Wood, risulterebbe di circa 300 chilogrammi a tempo propizio, e 250 chilogrammi a circostanze meno favorevoli: per ragguaglio chilogrammi 275, numero che differisce poco dal ritrovato da Biot di chilogrammi 269. Volendo ridurre a formola le esposte osservazioni affine di poter determinare preventivamente l'effetto utile ossia la resistenza che può superare una macchina, ammesso il rapporto di $\frac{1}{20}$ del peso per esprimere la potenza della macchina stessa e di $\frac{1}{200}$ per la resistenza dovuta agli attriti, e chiamato L il peso della macchina, F quello dei furgoni ed $\frac{1}{m}$ la pendenza massima della strada si avrà $\frac{L}{20} = \frac{L+F}{200} + \frac{L+F}{m}$ da cui

§. 222. Sulla strada da Manchester a Liverpool la livelletta può considerarsi come sensibilmente orizzontale, tranne all'altura detta di Rain-Hill, che richiede una macchina di rinforzo. Sul resto della linea le più grandi pendenze arrivano fino ad $\frac{1}{800}$, ossia ad 1, 25 millimetri per metro. Secondo il rendiconto di questa strada le macchine conducono d' ordinario 45 tonnellate di mercanzia, corrispondenti a circa 70 tonnellate, perchè i furgoni pesano di più, e sono meno caricati che non sulla strada di Lione, e fanno in due ore il tragitto da Liverpool a Manchester (distanza di 48 chilometri), onde la loro velocità è di 7 metri al secondo.

La resistenza portata a 7 metri per secondo si calcola a questo modo:

Attrito della macchina $9 \times 0, 005$ . . . . . . =	chilog.	45, 00
Idem di 70 tonnellate in ragione di metri 0, 004 per tonnellata invece di metri 0, 005 come precedentemente, a motivo delle piccole sale adoperate su questa strada (vedi pag. 57) . . .	»	280, 00
Pendio ½ millim. per metro ragguagliato a peso decomposto . . . . { Macchina	»	4, 50
{ Furgoni	»	35, 00
Totale	chilogrammi	364, 50 (1).

§. 223. L'effetto di queste macchine è dunque molto superiore a quello delle Lionesi, il che dipende principalmente dalla miglior costruzione delle macchine d'Inghilterra che sono eseguite a tutta perfezione. La strada di Liverpool inoltre presenta numerosi rettilinei e larghi sviluppi nelle curve, circostanze tutte che diminuiscono considerevolmente le difficoltà opposte nel cammino dagli sfregamenti laterali, e che lasciano alle macchine il campo di utilizzare tutto l'effetto della velocità acquistata. Secondo i giornali inglesi le macchine di Liverpool strascinarono talvolta pesi molto maggiori di quelli ora indicati: per esempio la Rivista di Edimburgo (ottobre 1832) narra di una macchina che strascinò 100 tonnellate in un'ora e mezza da Liverpool a Manchester, e citansi quindi altre macchine che ne avrebbero strascinate fino a 140. È però cosa più

$F = L \frac{8\,m \cdot 200}{m + 200}$ espressione che indica con sufficiente approssimazione ne'casi ordinarj di strade ben mantenute ed a curve non troppo rudi il peso del carico, il quale diviso per quello di ciasçun furgone, esprimerà il numero degli stessi che potrà essere tirato dalla macchina con una velocità fra i due e i quattro metri al secondo.

(1) Anche questo esempio corrisponderebbe sufficientemente alle deduzioni di Wood circa l'effetto utile della macchina espresso in frazione del loro peso. Difatti quelle di Liverpool sorpassando le sette tonnellate, avremmo avuto per espressione della resistenza superata chilogrammi 350, che poco differisce dalla realtà.

sicura per valutarne l'effetto utile di considerare il loro risultamento medio, e non i casi di uno sforzo straordinario, che può essere stato seguito da molti giorni di riparazione.

§. 224. Sulla strada ferrata da S. Stefano a Lione, e sulla tratta considerata, per esempio, la manutenzione giornaliera di una macchina locomotrice deducesi come segue:

Interesse di 12,000 franchi valore della macchina in ragione del 5 per °/o = 600 fr. all'anno, ossia al giorno. . . . . fran.		1, 70
400 chilogrammi di coke per viaggio in ragione di franchi 0, 75 per 100 chilogrammi e per tre viaggi al giorno . . . . »		9, 00
Macchinista e fuochista . . . . »		6, 60
Acqua d'alimento ne' serbatoj: costo del suo innalzamento a 30 centimetri per macchina e per serbatojo, e contando due riprese d'acqua per tre viaggi . . . . »		3, 60
Olio e grasso . . . . »		2, 00
Piccole riparazioni giornaliere fuori dell'officina . . . . »		3, 00
Grandi riparazioni annue, cioè caldaje, tubi, trombe alimentari . . . . »	800, 00	
Sale, molle, boccole. . . . . »	300, 00	
Cofano del focolare, spranghe. . . . . »	600, 00	
Ruote e legamenti di ferro . . . . »	500, 00	
Consumo degli stantuffi e pezzi di movimento »	400, 00	
	fr. 2600, 00 ossia fr.	7, 22
Bisogna far conto che di due macchine, una per lo meno sarà in riparazione, onde per la macchina in attività è mestieri raddoppiare l'interesse del capitale di costruzione, il che dà . . . . »		1, 70
Mantenimento delle officine, ed istrumenti di riparazione, onorario all'ingegnere meccanico direttore . . . . »		2, 18
	Totale . . . . . . franchi	37, 00

Una macchina di questo valore trasportando ogni giorno 90 tonnellate a 18 chilometri, dà circa fr. 0,022 per chilometro e per tonnellata.

§. 225. Sulla strada da Liverpool a Manchester ogni viaggio di una macchina con 45 tonnellate di carico medio costa 60 franchi. Eccone specificata la spesa:

Acquisto e trasporto del coke . . . . fr.	12, 70
Operaj a caricare il coke e somministrare l'acqua »	1, 54
Unto, olio, canape pegli stantuffi . . . . »	3, 70
Totale . . . . . franchi	17, 94

	Somma retro fr.	17, 94
Tubi di rame e di ottone, ferri e caldaje.	»	15, 00
Operaj per le riparazioni alle officine	»	18, 72
Macchinisti e fuochisti	»	4, 05
Riparazioni accidentali fuori delle officine	»	4, 29
	Totale . . . . fr.	60, 00

Onde avere gli stessi dati del calcolo precedente bisogna aggiungere a questa cifra l' interesse di tutte le macchine impiegate al servizio di questa strada. Essendo in numero di 34 e rappresentando un capitale di 580,000 franchi, il suo interesse al 5 per $^{o}/_{o}$ forma la somma di 29,000 fr. che deve essere riportata sopra 5,500 viaggi che si fanno per semestre, e che danno per viaggio fr. 5,27. Onde costa alla compagnia fr. 65,27 il trasporto col mezzo di una macchina di 45 tonnellate di carico da Liverpool a Manchester ad una distanza di 48 chilom., il che equivale ad una spesa di fr. 0,03 per ogni chilom. e per ogni tonnellata. È però a notarsi che in questa cifra trovasi compreso l'eccedente della spesa necessaria per salire il Rainhill, il quale esige, come si è detto, una macchina di rinforzo, in modo che la spesa per chilometro e per tonnellata viene ad essere ridotta a meno di centesimi 2,75 nel piano. Inoltre queste macchine vanno con una sorprendente velocità, ed il prezzo della mano d'opera e della fabbricazione è generalmente maggiore in Inghilterra che non in Francia.

§. 226. Per medio si può calcolare che sopra una strada ferrata sensibilmente orizzontale nella località dove si ha il combustibile a buon mercato, e nell'ipotesi che il corso della mercanzia sia diretto per una sola parte, il prezzo del trasporto col mezzo delle macchine locomotrici può essere in Francia di centimetri 2,2 per chilometro e tonnellata. A pari circostanza, ritenuto che il ritorno sia sempre con carri vuoti, il prezzo coi cavalli aumenta a 5 centesimi per chilom. e per tonnellata, il che equivale ad una economia della metà a favore delle macchine locomotrici. In questi calcoli noi non facciamo entrare come elemento il minor numero de' furgoni necessarj che viene in conseguenza della velocità delle macchine; ma d'altro lato trascuriamo il maggiore spreco degli stessi che deriva da questa velocità; giacchè essendo troppo difficile il valutare con esattezza queste due quantità, consideriamo che si compensino fra di loro.

§. 227. Se il ritorno si facesse col carico, come l'andata, il prezzo del trasporto per chilometro e per tonnellata diminuirebbe di necessità, ma non ridurrebbesi tuttavia alla metà del prezzo sovraindicato, perchè in questo caso le macchine si sciupererebbero maggiormente. Ciò pure avver-

rebbe coll'uso de'cavalli che sarebbero obbligati a consumare maggiore quantità di forza al ritorno, ed in conseguenza il prezzo del trasporto non si ridurrebbe alla metà di 5 centesimi. In ultima analisi però il vantaggio sarebbe ancora prevalente in favore delle macchine, il cui impiego non costerebbe oltre i centimetri 1,75 per chilometro e per tonnellata.

§. 228. Esaminiamo le macchine locomotrici sopra un pendìo di sei millimetri per metro, pendìo che forma il limite sul quale si può far conto per la regolare discesa dei furgoni, dell'azione sola del proprio peso, mentre sopra pendii minori le curve le ritarderebbono con troppa facilità. Quando i furgoni discendono a questo modo in virtù del proprio peso, l'impiego dei motori trovasi limitato alla sola spesa. Per avere dei fatti a cui appoggiare i nostri calcoli, supporrò sempre che l'attrito dei furgoni sia eguale ad $\frac{1}{200}$ del peso e non ad $\frac{1}{240}$ come si valuta nel sistema delle piccole sale: giacchè il valore di $\frac{1}{200}$ si avvicina maggiormente alla media resistenza provata dai furgoni per riguardo a tutte le accidentali circostanze che possono porre impedimenti al corso specialmente nelle curve. Sulla strada ferrata da S. Stefano a Lione evvi una tratta lunga 14 chilometri che ha questa inclinazione di 6 millim. per metro, ed è percorsa da macchine e da cavalli impiegati a vicenda pel rimurchio dei furgoni. Ogni macchina strascina 20 furgoni vuoti, e fa tre viaggi, e così in totale 60 al giorno. Questo effetto è conforme a quello che abbiamo ritenuto per la forza di queste macchine, giacchè abbiamo:

Attrito della macchina ton.		9 × 0,005 chil.	45
Idem di 20 furgoni a 1000 chilogr. cadauno	. . . »	20 × 0,005 »	100
Pendenza	macchine. »	9 × 0,006 »	54
	furgoni . »	20 × 0,006 »	120
Totale	. . . .	chil.	316

Questo effetto è un po'minore di quello di cui la macchina era capace su di una livelletta orizzontale, la quale veniva rappresentata da 343 chilogr. strascinati con una velocità di 5 metri al secondo. Basterà poi il riflettere alle numerose curve che offre questa seconda porzione di linea per ispiegare l'apparente differenza tra i due risultamenti.

§. 229. Abbiamo dunque al giorno 60 furgoni rimurchiati da ogni macchina a 14 chilometri: però porteremo la spesa delle macchine a 40 fr. invece di 37, a motivo che si guastano di più su di una strada in pendìo che su di un'altra in piano, giacchè sopra un pendìo la loro forza

devesi spiegare in modo continuo, mentre sopra un piano si viene ad approfittare assai dalla velocità acquisita. Moltiplicando 60 furgoni per 14 chilom. si hanno 840 furgoni ad un chilom., e dividendo 40 fr. per questo numero, il prezzo di un furgône rimurchiato ad un chilometro risulta di franchi 0,047. In questo pendìo un cavallo rimurchia 5 furgoni al giorno, onde occorrerebbero 12 cavalli per 60 furgoni. Costando 5 franchi per cavallo, il prezzo di un furgone rimurchiato ad un chilometro corrisponde a fr. 0,07. Quindi le macchine hanno ancora un sensibile vantaggio sui cavalli. Rifletteremo però che onde la macchina possa a questo modo fare tre viaggi salendo senza perdita di tempo, bisogna che abbia molto agio per disbrigarsi nei punti di carico, ove deve lasciare un convoglio per prendere un altro: se un accidente attraversa il ritorno della macchina, non può più fare tre viaggi. I cavalli all'incontro hanno il vantaggio di condur meglio i furgoni al punto destinato pel carico, e si sbrigano con facilità da queste tratte di strade che sono generalmente assai ingombre. Se suppongonsi dei carichi da rimurchiare, ogni macchina non potrà strascinare che 6 furgoni carichi al più per ogni viaggio, ossia 18 al giorno: onde se la salita fosse la metà della discesa, bisognerebbero molte macchine simili a quelle usate sulla strada di Lione, le quali sono certamente inferiori a quelle di Liverpool.

§. 250. Ora si considerino le macchine sopra pendenze di 10 millimetri per metro, per le quali la parte del peso della macchina decomposta secondo l'inclinazione divenuta sensibilissima. Prendendo 340 chilogrammi, per la resistenza che può superare una macchina colla sua ordinaria velocità, si avrà sulla pendenza di 10 millimetri:

Attrito della macchina . . tonnel.	$9 \times 0,005 =$	chilog.	45
Peso decomposto della stessa »	$9 \times 0,010$ . .	»	90
Totale		chilog.	135
Che si deducono dai		»	340
Restano		chilogr.	205

In questo pendìo la resistenza di un furgone vuoto è eguale a:

Attrito del furgone . . . . . chilog.	$1000 \times 0,005 =$	chil.	5
Peso decomposto . . . . . . »	$1000 \times 0,010 =$	»	10
Totale		chil.	15

Per cui si avrà, $\frac{205}{15} =$ 15 furgoni circa. Ecco la carica che potrà strascinare la

macchina. Ora il suo costo deve essere valutato a 45 fr. al giorno per lo meno stante l'eccedenza del pendio. Inoltre siccome è impossibile di abbandonarla alla sua celerità nella discesa pel timore di pericoli, bisogna ridurre il suo lavoro a 30 chilometri in ascesa e 30 in discesa. Rimurchierà adunque per giorno 13 furgoni a 30 chilom. per 45 fr., vale a dire ogni furgone rimurchiato ad un chilometro costerà cent. 11,60. Sopra questa medesima pendenza un cavallo che esercita lo sforzo di 60 chilogr. potrà strascinare 4 furgoni. Però 4 furgoni sarebbero mai carico troppo grande per un lavoro continuo: onde avvicinarci al vero, bisognerà far conto di 7 furgoni per due cavalli, giacchè anche i cavalli come le macchine risentono dall'eccedente pendenza. Occorreranno due fermate per fare i 30 chilom., e per condurre 14 furgoni vuoti occorreranno 8 cavalli, che a 5 fr. cadauno daranno la spesa di 40 fr. per giorno, vale a dire centesimi 9, 50 per ogni furgone rimurchiato ad un chilometro. Vi sarà quindi un economia in favore dell'impiego de'cavalli di cent. 2,10 per ogni furgone vuoto, o per ogni tonnellata rimurchiata: bisogna però ammettere che le nuove macchine eserciteranno un più possente effetto.

§. 231. Oltre i 10 millimetri per metro comincia la possibilità dell'applicazione vantaggiosa delle macchine stazionarie, la quale però realmente non si spiega che verso i 15 millimetri per metro. Anzi si può questo ritenere come un limite obbligato; giacchè se è minore, e la linea non sia perfettamente retta, basta un po' di pioggia o di neve che lordi le ruotaje perchè i carri nella discesa non possano strascinare la fune svolta delle macchine dietro di loro, oppure bisogna che i convogli sieno ben grandi, il che impedisce il servizio. Su certi piani poco inclinati ne'tempi freddi, quando l'olio o l'untume si gela nelle boccole, bisogna attaccare dinanzi un cavallo per ajutare la discesa della fune che i furgoni non hanno la forza di strascinare (Wood pag. 212).

Ammetteremo sempre che il tonnellaggio sia sufficientemente considerevole per coprire la compera, e lo stabilimento dispendioso di una macchina stazionaria; e per valutare a primo tratto il loro vantaggio sulle macchine locomotrici per i pendii un po' forti come sarebbero di mil. 0,015, richiameremo alla mente che la resistenza dovuta all'attrito della fune è di circa $\frac{1}{12}$ del suo peso; e supporremo il convoglio disposto di 16 furgoni ossia di 16 tonnellate tutto compreso. La resistenza de' convogli sarà:

Attrito	ton. 16 × 0,005 chil.	80
Pendenza	» 16 × 0,015 »	240
Totale	chil.	320

supponiamo che la lunghezza del cammino a cui si estende il servizio della macchina stabile sia di 3,000 metri, e che il convoglio sia strascinato con una velocità di 3 metri per secondo, come calcolammo nei casi precedenti: occorrerà allora una fune del peso di un chilogr. per metro, cioè di 3,000 chilogr. in totale.

Resistenza dovuta alla rigidità della fune . . . . . chil.	250
Porzione del suo peso decomposto a seconda della pendenza. . . . . »	45
Totale . . . . . chilog.	295

il qual numero indicherà la porzione di resistenza dovuta al motore.

Se si volessero impiegare delle macchine locomotrici, calcolata la loro forza di 340 chilog. alzati a 3 metri per secondo, ne occorreranno due per rimurchiare questo convoglio; posciachè una macchina consumerà:

Per attrito	chilog.	45
Per peso decomposto . . . . ton. $9 \times 0{,}015$	»	135
Totale	chilog.	180
Si deducono da	»	340
Restano	chilog.	160

e siccome ogni carro o tonnellata rappresenta in questo caso una resistenza di 20 chilogr., ogni macchina non potrà rimurchiare che 8 carri facendo 20 viaggi. Dunque per 16 ve ne vorranno due che daranno 360 chilogr. per la resistenza dovuta al motore, numero maggiore di quello dovuto alla fune.

§. 232. Supponiamo ancora che si debbono tirare all'insù 300 furgoni per giorno. Secondo i calcoli fatti al §. 169, le spese della macchina stazionaria salgono a 70 fr. circa al giorno, onde il prezzo del rimurchio di un chilometro sarà di 7 centesimi. Colle macchine locomotrici non potendo fare che 10 viaggi compiti per ciascuna nella sua giornata di viaggio di 60 chilometri, non si potranno tirare all'insù che 80 furgoni, onde per 300 occorreranno 4 macchine, che in ragione di 40 fr. l'una costeranno 160 fr. per giorno, ed il prezzo d'ogni chilometro rimurchiato salirà a 53 cent. per tutta la distanza ossia a 17 cent. per un chilometro. I cavalli potrebbero rimurchiare 3 furgoni cadauno facendo al più 5 viaggi al giorno, ond'è che ogni cavallo strascinerebbe 15 furgoni per 5 franchi, il che equivale a 33 centesimi per furgone sulla totale distanza, ovvero 11 centimetri per chilometro. Però in questo caso i cavalli anderebbero troppo lenti, e ne verrebbe la necessità di ridurre il loro carico a soli due furgoni e mezzo.

		Errata	Corrige
Pagina 6	linea 21	per quella dell' umidità	per quello dell'umidità
» 16	» 15	20, o 21 fr.	20 o 21 cent.
» 19	» 24 (nota)	tomo CLXXXV	tomo LXXXV
» 20	» 5	6 polliei	60 polliei
» 49	» 32 (nota)	Totale per una cootro-spina	Totale per due contro-spine
» ivi	» 38 (nota)	Totale per una spioa	Totale per due spine
» 63	» 4	asse attraversanti	aste attraversanti
» 66	» 25	2 ceot. o 3 cent. e un quarto	2 cent. o 2 ceot. e un quarto
» 67	» 25 (nota)	al vertiee del carro	al vertice del cooo
» 68	» 1	paralellismo dalla sala	paralellismo delle sale
» 70	» 7	diretti	diritti
» 71	» 39 (nota)	ai quali altri bisogna	ai quali ultimi bisogna
» 72	» 16	0,030	0,020
» ivi	» 20	che anche cinque millimetri	che aoche a cinque millimetri
» 76	» 11	in parte con ogni eguale saldezza	in ogni parte coo eguale saldezza
» 89	» 33	$1560 \times \frac{100}{4} = » 62$	$1560 \times \frac{4}{100} = » 62$
» 92	» ult. (nota)	ioveeo di riunirla con ooa linea	in vece di riuoirli con una linea
» 99	» 8	sarà di $\frac{11938}{15}$	sarà di $\frac{1193}{15}$
» ivi	» 22	fr. 4,875 per cad. gior.	fr. 4,785 per cad. gior.
» 100	» 6	un centimetro per ogni tonnellata	un ceotesimo per ogoi toonellata
» 102	» 8	peserà $41 \times 17 = 68$	peserà $4\ t. \times 17 = 68$
» 107	» 10	profondità a cui passaoo	profondità a cui pesano
» 129	» 31 (nota)	$F = L. \frac{8m - 200}{m + 200}$	$F = L. \frac{9m - 200}{m + 200}$
» 132	» 5	costerebbe oltre i ceotimetri 1,75	costerebbe oltre i centesimi 1,75
» ivi	» 11	limitato alla sola spesa	limitato alla sola ascesa
» ivi	» 28	Totale . . . chil. 316	Totale . . . chil. 319.
» 135	» 24	che si debbono tirare	che si debbano tirare

SEZIONE TERZA.

CONSIDERAZIONI GENERALI SULLE STRADE FERRATE.

CAPITOLO PRIMO.

CONDIZIONI GENERALI PEL TRACCIAMENTO DELLE STRADE FERRATE E COSTO DELLA LORO COSTRUZIONE E MANUTENZIONE.

§. 235. Dalle considerazioni esposte ne' precedenti capitoli si deduce che onde una strada ferrata possa servire al trasporto delle merci con tutta la possibile economia bisogna:

1.° Che sia tracciata in linea retta o con curve insensibili, il cui minimo raggio sia di 500 metri, nè posta l'una immediatamente di seguito all'altra per evitare una troppo grande resistenza.

2.° Che assecondi il più dolcemente possibile le pendenze del terreno, giacchè il minimo pendío aumenta fortemente la resistenza. Ove si potesse disporre la generale pendenza nella direzione del più gran trasporto se ne avrebbe un grandissimo vantaggio, e si potrebbe paragonare la strada ad un canale per cui scendono le barche senza altro motore.

3.° Che si faccia uso possibilmente d'una sola specie di motori su tutta l'estensione della linea, od almeno la si divida in tratte di quattro

o cinque leghe servite da un motor solo, poichè ad ogni cambiamento di motore succede una fermata del carriaggio, e quindi un grave ingombro ed una perdita importantissima di tempo (1).

§. 236. Affine di confermare con un solo esempio l' importanza di queste tre generali condizioni supponiamo una strada ferrata, costrutta sull' andamento d'una delle comuni strade regie, colla loro alternativa di rapide pendenze e contropendenze. Bisognerebbe in questo caso modificare ad ogni tratto sia la natura del motore, sia il carico che deve trascinare, onde ne verrebbe un perpetuo imbarazzo ne' movimenti de' trasporti, ed una spesa maggiore che nelle comuni strade sulle quali il trasporto si eseguisce di maniera continuata e senza impaccio.

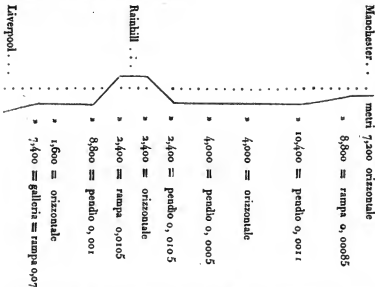
§. 237. Ecco alcuni particolari sul tracciamento delle più grandi strade ferrate eseguite finora. La strada da Liverpool a Manchester è tracciata con delle curve il cui raggio medio varia dai mille ai duemila metri, riunite fra loro con lunghissime linee rette. Solo nell' entrare di Manchester ve ne sono due molto aspre del raggio di 500 piedi inglesi, vale a dire di 150 metri. Esse però trovansi assai prossime al punto di carico, ed i convogli quivi non vi sono più spinti con quella velocità tanto sorprendente e tanto celebrata dai giornali inglesi.

(1) Gli inconvenienti che derivano alla libera e spedita circolazione sopra una strada ferrata pel cambiamento di specie dei motori aumentano in ragione 1.° dello scopo per cui fu costrutta la strada stessa, vale a dire se destinata specialmente al trasporto di merci o di viaggiatori, perchè nell' un caso si deve avere principale considerazione non tanto alla velocità quanto alla economia del trasporto, e viceversa nell' altro; 2.° della lunghezza della strada stessa. In fatti può essere di poco discapito una non ragguardevole perdita di tempo sopra una lunga linea percorsa da un motore anche di grande velocità, mentre può ferire radicalmente il fine, e far perdere tutto il vantaggio dell' opera ove la linea fosse breve, giacchè tal perdita di tempo avvicinerebbe la durata del viaggio sulla strada a ruotaje a quella che si potrebbe conseguire sulle strade comuni.

Trovasi in simili circostanze il progetto per la strada ferrata da Milano a Como compilato dall' abilissimo ingegnere signor G. Bruschetti e fatto pubblico nel tomo LXXXIII della Biblioteca Italiana. Quantunque assai pregevole pel suo sviluppo planimetrico e per la collocazione felicissima dell' origine, talchè sarebbe difficile il tracciare linea migliore che congiunga le due città, non avendo potuto evitare una forte pendenza nell' ultimo tronco presso Como di quasi due centimetri per metro, si è trovato nella necessità di proporre l' uso delle macchine locomotrici da Milano alla Camerlata pel tratto di chilometri 37, e dei cavalli pel restante tratto dalla Camerlata a Como di circa chilometri 4 ¼,, il che recherà probabilmente non piccolo nocumento al buon esito della strada stessa.

Ecco il profilo di questa strada:

Liverpool . . . Rainhill . . . Manchester . .

metri 7,200 orizzontale
8,800 = rampa 0, 0085
10,400 = pendio 0, 0011
4,000 = orizzontale
4,000 = pendio 0, 0005
2,400 = pendio 0, 0105
2,400 = orizzontale
2,400 = rampa 0,0105
8,800 = pendio 0, 001
1,600 = orizzontale
7,400 = galleria = rampa 0,07

§. 238. Il sotterraneo di Liverpool è servito da due macchine stabili situate alla sua sommità. Su tutto il resto della linea le macchine locomotrici sono il solo motore, e sui due pendii di Rainhill si amò meglio di raddoppiare la loro forza con una macchina locomotrice di rinforzo, che non di stabilire due macchine stabili una per ogni piano inclinato. Forse queste due macchine stabili avrebbero servito con maggior economia al passaggio di un convoglio isolato; ma per istabilire questo sistema fisso intermediario sarebbe stato d'uopo di rompere l'intero sistema della linea, e limitare il corso delle macchine locomotrici a piccola tratta; e ne sarebbero quindi venuti dei ritardi, un ingombro di furgoni al piede d'ogni piano inclinato, ed altri gravi inconvenienti cui la sola esperienza può far bene conoscere, i quali stimati in ragione di tempo perduto rappresentano una somma considerevole. Si sarebbero schivati questi piani inclinati intermedj tracciando la linea lungo la Mersey, e rimontando l'Irwell sino a Manchester, ma questa linea sarebbe riuscita un po' più lunga.

§. 239. Nella strada ferrata da San Stefano a Lione, il terreno presentava delle estreme difficoltà per lo sviluppo delle curve. Parte della stessa doveva di necessità essere stabilita sopra le falde tortuose che costeggiano

il torrente di Gier, onde si dovettero formare quindici passaggi sotterranci e limitarsi a curve di 500 metri di raggio per non entrare in un gravissimo dispendio. Ecco come vi sono distribuite le pendenze ed i motori:

Da Lione a Givors	– lunghezza m. 19,000:	discesa m. 0,0005	– motori	mac. locomotrici
Da Givors alla riva di Gier	– »	» 16,000: salita » 0,006	– »	mac. locomotrici e cavalli
Dalla riva di Gier a San Stefano	– »	» 22,000 » » 0,014	– »	cavalli.

§. 240. Lungo quest' ultima tratta che presenta una grande inclinazione si potrebbero stabilire delle macchine stabili; ma a malgrado delle considerevoli spese che richiedono i cavalli, furono preposti alle stesse, perchè gli inconvenienti che derivano da quel sistema qui si manifestano in tutta la loro estensione. Numerose strade comunali e regie intersecano questa linea di 22,000 metri, nè si sarebbe potuto assicurare il servigio di sette macchine stabili disposte da 3 in 3 milla metri, che sarebbero occorse per una sì grande distanza, senza gravi ostacoli ed enorme dispendio in un paese tanto popolato. Tal successione di macchine avrebbe perfettamente somigliato ad una catena di cui basta rompere un anello per renderla affatto inservibile. Questa lunga pendenza di 14 millimetri per metro avrebbe potuto essere distribuita a piani ed ascese, ma si preferì una pendenza continuata nella mira di dividere la intera linea in parti, acciò il sistema dei motori non fosse interrotto, ed il servizio in conseguenza riuscisse più regolare. D' altronde a questo modo si è lasciato aperto il campo per trarre profitto dal perfezionamento delle macchine locomotrici, il quale non è destituito di speranze, come abbiamo veduto.

§. 241. Il profilo della strada ferrata da Andrezieux a Roanne è il seguente:

§. 242. Nella pianura di Forez la linea è sviluppata sopra grandi rette come nella strada di Liverpool, ed il servigio può essere eseguito perfettamente coll'ajuto delle macchine locomotrici. Si sarebbe pure potuto continuare la stessa pendenza fino a Roanne, ma avrebbe necessitato di sviluppare la strada nella tortuosa vallata della Loira al disotto di Balbigny, onde ne sarebbero indispensabilmente risultati molti sotterranei. Il timore di questa spesa indusse gli ingegneri a schivare questo passaggio, ed a superare il poggio con quattro piani inclinati, posti nella valle dove colano alcuni piccoli affluenti della Loira. Questo metodo meno dispendioso nella prima formazione della strada, ha aumentato sensibilmente le spese di trasporto, giacchè il passaggio d'ogni piano inclinato costa da 20 a 25 centesimi per chilometro e per metro, e le mercanzie debbono impiegare il lungo lasso di tre giorni a percorrere l'intera linea della strada.

§. 243. Il costo della formazione di una strada ferrata componesi:

1.° Dalle spese per movimenti di terra e murature;

2.° Da quelle per l'acquisto, e la posizione in opera delle spranghe, pulvini e dadi;

3.° Da quelle per la compera dei terreni necessari per istabilirvi la strada;

4.° Da quelle dei furgoni;

5.° Da quelle delle macchine ed accessori quando se ne serva per motore;

6.° Da quelle per la direzione e sorveglianza delle opere.

§. 244. Il primo di questi articoli è soggetto ad immense variazioni secondo le località dove si vuol eseguire il progetto ed il maggiore o minor grado di lusso che si vorrà dare alla strada. In quella da Liverpool a Manchester il riassunto delle spese di costruzione dà:

per la muratura di 60 ponti	fran.	2,725,000
pel passaggio delle paludi di Chat.	»	300,000
per sterri e riporti	»	5,000,000
per imbrecciamento della carreggiata	»	250,000
carri pel trasporto delle escavazioni	»	220,000
sotterraneo di Liverpool di m. 2,400	»	1,100,000

Considerando il sotterraneo di Liverpool come una spesa particolare, e facendosene astrazione, si avrà 8,495,000 franchi per 48 chilometri, distanza dalla sommità del sotterraneo a Manchester, il che equivale a 177,000 franchi per chilometro Comprendendo poi il sotterraneo fanno 200,000 franchi per chilometro.

§. 245. La tratta di strada da San Stefano a Lione è formata, come dissimo, in un paese montuoso, e sono lungh' essa:

Un sotterraneo di 1,500 metri che ha costato fr. 1,200,000

Un altro di 1000 metri che ha costato . . . . . » 500,000

Finalmente molti altri sotterranei formanti in tutto circa 2000 metri che costano per adequato 300 fr. al metro, ossia . . . . » 600,000

Un ponte di 8 archi sulla Saona che costò per lo meno . . . . » 600,000

Inoltre tre ponti da 3 a 5 archi in vivo, due passaggi arcuati sopra dei burroni, ecc.

Le spese relative al movimento di terra, progetto, assistenza, traforamenti, ecc. possono esser valutate a 7,000,000 di franchi per 58 chilom. il che dà circa 120,000 franchi per chilometro. Astrazione fatta dai sotterranei, come spese straordinarie particolari all'ubicazione, ne resterebbero circa 5,000,000 che fanno 90,000 franchi per chilometro. Ed in essi sono computate le spese delle rampe formate pel passaggio delle strade, le quali non furono indifferenti in un paese di tanta popolazione.

§. 246. Il prezzo del chilometro dedotto dalla strada da Andrezieux a Roanne, è molto minore dell' ora calcolato. Non sorpassa i 50, o 60 franchi al metro lineare, ossia i 60,000 al chilometro. Notisi però che questa strada ha l' inconveniente già da noi rimarcato di molti piani inclinati.

§. 247. Pure per medio, trattandosi di un paese non molto mosso, si può tener per base che la spesa per movimenti di terra non può oltrepassare la accennata cifra di 60,000 franchi per chilometro. Questa valutazione suppone che i trasporti degli sterri sieno eseguiti, come per le tre strade esaminate, col mezzo di carretti simili a quelli della fig. 25 scorrenti su ruotaje disposte provvisoriamente. Benchè il servizio con questo metodo non sia perfetto, perchè il terreno che porta le ruotaje si comprime inegualmente, ed i trasporti non si possono eseguire con quella economia che si otterrebbe sopra linee ben preparate, pure presenta ancora immensi vantaggi sul servizio ordinario colle carrette e le carriuole, le quali non si possono muovere che con difficoltà nei solchi fangosi e sui terrapieni recenti, e può quindi applicarsi con successo a tutti i gran lavori di movimenti di terra (1).

(1) Quando formansi delle strade ferrate provvisionali pel trasporto di escavazioni si dispongono le ruotaje sopra una prima tratta di fondo sul quale fu già eseguito lo sterro, e si assicurano a traversi di legno più o meno fitti a norma che il trasporto si vuole eseguito con carri grandi o piccoli.

I carri piccoli sono formati da una cassa somigliante a un tronco di cono rovesciato, che contiene da un quarto ad un terzo di metro cubo di materiale, ed appoggia sopra due

§. 248. Il secondo articolo di spesa è l'acquisto e la posizione in opera delle ruotaje, pulvini e dadi, il quale dipende principalmente dal

sale grosse due centimetri e mezzo ne'siti di sostegno delle boccole. Le ruote non hanno che un piede (m. 0, 31) di diametro, e sono di ghisa fuse in un sol pezzo. Lo spazio tra il mozzo e la circonferenza è massiccio dello spessore di un centimetro al più, con quattro o cinque fori onde alleggerirne la massa. A questo modo presentano maggiore solidità che non le ordinarie dei furgoni formate a raggi. Talvolta la cassa gira attorno ad un asse di legno che appoggia sopra un telajo situato fra la cassa stessa e le sale. Siffatta disposizione facilita moltissimo gli scarichi, giacchè la cassa non si apre che sul dinanzi col mezzo di una tavola mobile, per cui inclinando il carro, la terra vuotasi facilmente.

Questi piccoli carri possono essere tirati a mano fino alla distanza di cento metri dal sito del lavoro, purchè la strada provvisoria abbia una limitata pendenza nella direzione del trasporto, il che è sempre facile di ottenere. Quando le casse girano su di una sala, il prezzo di trasporto risulta di 4 centesimi per metro cubo trasportato a cento metri; quando poi sono fisse non possono contenere più di un quarto di metro cubo, poichè occorre sollevarli per poterli scaricare; e in tal caso il prezzo del trasporto si aumenta fino a 6 centesimi per metro cubo portato a cento metri di distanza. Gli uomini che tirano i carri li scaricano da loro stessi. Il costo poi del carico e dello spandimento dipende dalla natura delle terre, e non varia dall'ordinario.

Allorchè la distanza del trasporto oltrepassa i cento metri conviene servirsi dei furgoni descritti alla pag. 40 fig. 25, i quali possono contenere cubi metri 1, 60 all'incirca. Con questi furgoni sopra un terreno orizzontale un cavallo può fare in una giornata di lavoro dai 12 ai 14 viaggi di 1000 metri ciascuno compresa l'andata e il ritorno, ciocchè corrisponde a circa 20 metri cubi trasportati alla distanza di un chilometro, e costa 5 franchi, mercede giornaliera della guida e del cavallo. Il prezzo del trasporto di un metro cubo di terra ad un chilometro di distanza riducesi pertanto a franchi 0, 25.

Il metro cubo di terra pesando poi ragguagliatamente due tonnellate, il prezzo per chilometro e tonnellata riescirebbe di centesimi 12, 5, prezzo quasi triplo di quello da noi trovato pei trasporti eseguiti con cavalli sopra una strada ferrata orizzontale quando ritornano coi carri vuoti. Bisogna però considerare che in quel caso la strada supponevasi bene preparata, mentre qui si tratta di nuovi terrapieni ove il cavallo cammina sopra un fondo non assodato avendo a vincere di sovente delle acclività accidentali molto sensibili, prodotte da ineguaglianza di costipamento. Si aggiunga che bene spesso la carreggiata è tanto stretta che i carri ordinari si troverebbero nella quasi assoluta impossibilità di svoltare.

Agli esposti prezzi bisogna aggiungere il costo dei carri, la loro untura e manutenzione, il quale articolo però è di poca importanza.

I piccoli carri semplici costano	franchi	100
I piccoli carri con cassa girevole . .	dai »	120 ai 125
I grandi carri.	»	450

La parte costrutta in legname è meno solida in questi che ne' furgoni destinati al trasporto del carbone ed hanno minori ferramenti, dal che ne viene la differenza loro di prezzo.

Si spezzano molte ruote nello scorrere sopra terrapieni male assodati sui quali i carri provano delle scosse frequenti, per cui talvolta è necessario farli passare da una carreg-

valore del ferro e della ghisa con cui sono formate. Attenendosi ai prezzi attuali di Francia, prezzi che non possono che diminuire a motivo del progressivo perfezionamento dei metodi di fabbricazione si avrà per una spranga di 4 metri e 60 centimetri ossia di 15 piedi inglesi:

Peso della spranga = 60 chilogrammi a 55 franchi per cento	franchi	21, 00
I pulvini del peso cadauno di 5 chilogrammi: 18 chil. a fr. 35. e. s.	»	6, 30
Sei dadi a 75 centesimi	»	4, 50
Caviglie e cunei	»	0, 50
Posizione in opera in ragione di 60 cent. per dado	»	2, 40
Totale	franchi	34, 70

ossia per metro . . . . franchi 7, 54
e per due ruotaje. . . . . » 15, 08

giata ad un'altra. Anche le casse girevoli e le catene d'unione si rompono con facilità, ond'è che le spese di riparazione pei piccoli carri si devono valutare a 50 franchi all'anno, e quelle pei grandi furgoni a 200, il che equivale per ogni giorno a franchi 0, 17 pei primi, e fr. 0, 66 pei secondi. L'untura dei grandi furgoni costa franchi 0, 15 al giorno e quella dei piccoli circa franchi 0, 04. Così le spese di giornaliera manutenzione ammonterebbero per un carro piccolo a . . . . franchi 0, 21
per uno grande . . . . » 0, 81

Supponendo 12 chilometri la distanza percorsa tra andata e ritorno dall'uno e dall'altro carro, si avrà franchi 0,0017 per ogni viaggio del piccolo a 100 metri, ossia franchi 0,06 per ogni metro cubo trasportato a 100 metri, e franchi 0, 068 per ogni viaggio del grande di 1000 metri, ovvero franchi 0, 04 per un metro cubo e per chilometro. Il costo definitivo pei carri piccoli risulterà pertanto dai centesimi 4,6 ai centesimi 6,6 per ogni metro cubo trasportato a 100 metri, e pei carri grandi centesimi 29 per ogni metro cubo trasportato ad un chilometro.

Alla Direzione di ponti e strade si valuta 7 centesimi e mezzo il trasporto di un metro cubo di terra col mezzo delle carriuole per ogni ricambio di 30 metri, il che equivale a cent. 24 per ogni linea di 100 metri. Coi carretti tirati da cavalli a distanze di tre a quattrocento metri sopra terrapieni costerebbe almeno 12 centesimi ogni 100 metri ossia franchi 1, 20 ogni chilometro. Si comprende quindi quanto sia grande la economia impiegando le ruotaje pe' grandi trasporti di terra, e quanto sia a desiderarsi che ogni Capo luogo di Dipartimento tenesse in deposito un numero di 200 spranghe coi pulvini e le traverse oltre qualche carro. Simile provvista costerebbe circa fr. 8000 e permetterebbe di eseguire con risparmio e sollecitudine dei lavori che non si mandano ad effetto co' mezzi ordinari che con somma lentezza e mediante ingente dispendio.

Una simile applicazione delle strade provvisionali ai trasporti di terra si fece nella escavazione del nuovo letto della Loira al ponte di Roanne.

Biot.

e per una strada doppia a 4 ruotaje fr. 30, 16
il che equivale per chilometro a » 30,160 ossia a fr. trentamila (1).

§. 249. La spesa per l'acquisto dei terreni è molto variabile secondo 1.° la larghezza della strada computate le sue scarpe. 2.° la qualità e situazione dei terreni attraversati dalla stessa. Si può supporre che una strada a quattro ruotaje occupi una superficie di 12 metri circa, di cui 6 per la via, e 3 per ogni scarpa. Nella speranza che la nuova legge di espropriazione diminuirà il dispendio portato dalle trattative co' proprietari si potrà ridurre il prezzo di un metro quadrato a qualche cosa meno di un franco, e far conto di 10 franchi al metro lineare di strada, ossia di 10,000 al chilometro (2).

(1) Ritenuto il valore del ferro in Italia, ed il peso e le dimensioni delle spranghe pulvini e dadi, riconosciute in questi ultimi tempi necessarie per una strada di media attività che abbiamo indicate nelle varie note al Capitolo I.° della Sezione I.°, e valutati tutti gli altri elementi superiormente da Biot trascurati, gli esposti prezzi ridurrebbonsi come segue:

Spranga di ferro cilindrata lunga m. 4. 60, del peso di chilog. 27 per metro: chilog. 124. 20 che in ragione di fr. 0. 60 al chilog. danno.	fr.	74. 52
N.° 4 pulvini intermedj di ghisa del peso di chilog. 7 cadauno — chilog. 28 a fr. 0. 50.	»	14. 00
Pulvino doppio all'unione della spranga successiva: chilog. 9 a fr. 0, 50	»	4. 50
N.° 4 dadi minori ed uno maggiore al prezzo ragguagliato di fr. 2, 00 cad.	»	10. 00
Caviglie e cunei	»	0. 50
Raddrizzamento delle spranghe sul sito prima della posizione in opera (§ 25)	»	0. 20
N.° 5 pezzi di feltro incatramato da porsi sotto de' pulvini (Nota 2 pag. 17)	»	1. 00
Collocamento in opera in ragione di centesimi 60 per dado . .	»	3. 00
Totale	fr.	107. 72
che corrispondono per metro	a fr.	23. 42
e per un binario di ruotaje	»	46. 84
e per una strada a due binari	»	93. 68

ossia circa fr. 90,000 per chilometro.

(2) Nell'alta Lombardia dove l'agricoltura è molto raffinata e la popolazione piuttosto numerosa, il costo di un metro quadrato di terreno, contemplata anche la spesa per trattative e qualche affezione, sale per ragguaglio a fr. 0. 75 per metro superficiale ossia fr. 8. 50 circa per ogni metro lineare di strada, il quale calcolati i danni detti di scorporo, vale a dire di divisione e di difficoltato accesso dei campi, può aumentare d'un terzo. Simil prezzo riducesi a fr. 6,00 nella bassa Lombardia e nella parte piana degli Stati Veneti, cifra che si fa ancora minore ne' terreni incolti delle maremme di Toscana e delle steppe romane, e si raddoppia nelle vicinanze delle città popolose, come sarebbe Napoli, sparse di ridenti e deliziosissime ville.

Di raro poi nello sviluppo della linea d'una strada ferrata di qualche considerazione legata a tanti riguardi economici e tecnici si dà il caso di evitare l'atterramento di caseggiati ed officine. Ciò dipendendo da elementi troppo variabili non si può somministrare un dato a cui appoggiare un calcolo anche approssimativo.

§. 250. La quantità dei furgoni ed il numero delle macchine non si possono assolutamente calcolare che per un dato tonnellaggio ed una data velocità. Ci contenteremo dunque di richiamare che un furgone ordinario vale 500 franchi, ed uno sulle molle 800 franchi. Una macchina di forza ordinaria costa dai 15 ai 20,000 franchi. Più sopra abbiam pur dato il prezzo di tutto il materiale pei piani inclinati.

§. 251. Quanto alle spese di direzione dei lavori non debbono oltrepassare il $\frac{1}{20}$ del capitale impiegato, compresivi gli studj della linea, cifra conforme ai risultati somministratici dalla costruzione di diversi canali, e delle strade ferrate francesi.

§. 252. Riassumendo ora le spese per la formazione della sola linea, avremo per prezzo di un chilometro:

Movimenti di terra e murature	fr.	60, 000
Ruotaje, pulvini e dadi in opera.	»	30, 000
Occupazione di fondi	»	10, 000
$\frac{1}{20}$ per la direzione dei lavori	»	5, 000
Altrettanto per ispese imprevedute.	»	5, 000
Totale	fr.	110, 000

Questa stima può essere considerata come un medio applicabile alle grandi linee, ma per quelle di piccola estensione può variare di molto a norma delle circostanze locali, giacchè più della metà della spesa dipende da movimenti di terra e murature. Spesso anche la spesa totale si ridurrà a soli 60 franchi per metro (1). I ponti dove si caricano e scaricano le mercanzie esigono un certo numero di incrociamenti e di

(1) Giacchè i dati dell'esperienza in queste cose hanno maggiore efficacia a persuadere che quelli del raziocinio, riporterò il costo approssimativo delle principali strade ferrate d'Europa, ricavato principalmente dal più volte citato Minard:

Strada di Andrezieux in ghisa ad un binario di ruotaje: per metro lineare	fr.	60
Roanne in ferro ad un binario	»	100
Lione idem.	«	225
Darlington e Stockton in ferro e ghisa ad un binario . . .	»	82
Liverpool e Manchester in ferro a due binari	»	410
Leeds e Selby idem	»	257
Londra e Birmingham idem: valutata	»	345
S. Elena Runcorn in ferro ad un binario	»	155
Norimberga e Furth idem	»	100

Mannsfeld presenta il seguente riassunto del costo della strada da Brussella a Ma-

vie ausiliarie che varia a seconda dell' importanza del tonnellaggio. Abbiam dato nella nota 1 pag. 49 il dettaglio del valore dei diversi pezzi d'incrociamento da noi descritti. Qui ci limiteremo a richiamare che uno sviluppo di linee ausiliarie nei punti di carico deve essere ritenuto come una condizione vitale ad un buon servizio.

§. 253. Le spese di manutenzione delle parti stabili d' una strada ferrata dipendono dal più al meno dalla frequenza e dalla velocità dei trasporti. Se il tonnellaggio è di poca considerazione, e se la velocità non è molta, come succede quando i furgoni sono tirati da cavalli, la durata delle ruotaje può calcolarsi persino a quindici anni, come si dedusse dalle osservazioni fatte su molte strade ferrate che servono per le miniere dei dintorni di Newcastle. Anche i pulvini hanno allora una lunghissima durata, e la manutenzione della strada riducesi quasi alla sola rinnovazione delle caviglie e dei cunei, cui l'umidità distrugge prestamente ad onta delle diverse precauzioni che si ponno prendere affine di preservarli. Tutto questo però suppone che la linea non presenti delle aspre curve, giacchè allora il movimento dei furgoni contrastato dalle stesse, portando una considerevole porzione di forza motrice contro questa nuova resistenza, distrugge per conseguenza la solidità delle congiunzioni di quelle ruotaje contro delle quali sfregano gli orli delle ruote; ond'è che su tali curve, vale a dire sino a 200 metri almeno di raggio, la ruotaja esterna trovasi rovesciata e scinpata in pochissimo tempo, ragione di più per escluderle.

§. 254. Affine di rimettere una strada scompaginata, l' operajo servesi di una specie di leva di ferro che ha la forma d' uno zappone largo e ricurvo alla sua estremità. Con questo istrumento egli prende la spranga dal lato dove è rovesciata, tenendosi nel mezzo della strada, e pesandosi sul manico lo raddrizza facilmente in un coi sottoposti dadi. Colle leve ordinarie troverebbe spesso un cattivo appoggio nel suolo.

linea lunga circa 20 chilometri:

Acquisto dei terreni	franchi	263,520
Movimenti di terra	»	94,600
Mano d'opera	»	125,800
Acquisto di ruotaje ecc.	»	763,700
Edificj pertinenti	»	65,300
Amministrazione	»	18,500
Misura dei fondi	»	2,000
Totale	franchi	1,333,420

il che equivale a franchi 67,000 per chilometro.

§. 255. Nel caso che si adoprino i cavalli, genere di motore facilissimo a procurarsi, e troppo comodo come ajuto perchè vi si debba affatto rinunciare pei grandi trasporti, bisogna imbrecciare solidamente il mezzo della carreggiata, o formarvi una specie di selciato perchè essi vi possano fermare i loro piedi; altrimenti adunandosi l'acqua, e stagnando ne' solchi formati dai loro passi, camminano difficilmente. Oltre di ciò l'acqua rovina le caviglie dei dadi, i cunei delle ruotaje, ed insinuandosi sotto i dadi stessi ne scalza il terreno, ed anche li fende col gelo se hanno qualche screpolo. Questa selciatura utile anche se si adoperano le macchine, perchè consolida la strada, richiede una rinnovazione più o meno frequente servendosi dei cavalli.

§. 256. Se il trasporto è molto considerevole, e la velocità è rapida, e s'impiegano le macchine locomotrici, le spese di manutenzione crescono sensibilmente, le sconnettiture si fanno frequenti anche con curve pochissimo sensibili, ed i dadi si spostano o s'avvallano per le scosse che loro imprimono i convogli di venticinque carri del peso di 100,000 chilogrammi, colla velocità di tre leghe per ora, oltre la macchina il cui peso giunge a 5,000, e 7,000 chilogrammi, ripartiti soltanto su quattro ruote. Per queste scosse anche i cunei o le caviglie de' pulvini si smuovono, e non essendo più fermi si sollevano sul proprio dado: effetto rimarchevole soprattutto ne' pulvini posti alle unioni delle spranghe che si alzano pel carico che gravita specialmente nel loro mezzo. Una volta che il pulvino sia sollevato sul proprio dado, si spezza facilissimamente. Se la pendenza è rapida bisogna adoperare spesso delle scarpe per fermare le ruote, e ne succede uno sfregamento assai energico sulla ruotaja, la quale non essendo di tempera così dura come la circonferenza delle ruote, si consuma, e si slamina nella sua parte superiore. Questo sfogliamento succede pure senza l'uso delle scarpe per sola conseguenza della velocità di ruotazione, la quale produce sulle ruotaje l'effetto d'un laminatojo, vale a dire ne disgiunge i diversi strati se non sono perfettamente saldati. Talvolta si spezzano anche delle spranghe, quando si rompe una sala od una ruota, di maniera che il peso del furgone carico cade ed urta sulla ruotaja; ma questa causa di deterioramento è meno frequente (1).

(1) La manutenzione delle parti stabili di una strada ferrata si può dividere in due sezioni: la prima riguarda la manutenzione del fondo stradale, dei ponti, passaggi, scoli, magazzini, rimesse ecc. od in generale i lavori di movimenti di terra e d'opera muraria: la seconda riguarda le parti in ferro ed in legno o pietra, che sono speciali a questo genere di strade. Evidentemente le spese necessarie variano non solo a norma della

§. 257. Le ruotaje spezzate, consunte o sfogliate possono rivendersi come abbiam detto a 20, o 22 franchi per ogni 100 chilogrammi. Costando le nuove 35 franchi si viene a perdere su quelle fuori d'uso il 40 per °/₀ al più del loro valore. Sulla rivendita dei pulvini spezzati si perde la metà del loro valore perchè si adoperano come meschianza nella fusione dei pezzi di gran calibro.

§. 258. Giusta il rendiconto del 1832 della strada di Manchester a Liverpool, le spese di manutenzione ammontavano a 373,882 fr. in un anno e sopra una tratta di 50 chilometri; ovvero a 7,477 franchi e 64 centesimi per chilometro. Nel primo semestre del 1833 queste spese furono di 3,357 franchi per chilometro, il che vale 6,714 franchi per un anno (1). Queste somme enormi dipendono dalla estrema velocità dei trasporti. Sulla strada da San Stefano a Lione, dove le velocità sono più moderate, queste spese non oltrepasseranno al più il terzo della esposta somma ossia 2,590 franchi a malgrado delle difficoltà parziali derivanti dalla manutenzione delle parti curve e dalla vicinanza del Rodano. Può dunque calcolarsi a 2,500 franchi annui la media delle spese di manutenzione di un chilometro di strada ferrata, soggetta ad un considerevole trasporto, e ad una velocità di 3, o 4 metri per secondo (2).

Per una strada di medio tonnellaggio, e d'una velocità d'un

frequenza, della velocità di trasporto e della qualità dei motori, ma eziandio in ragione della qualità del fondo, del genere di costruzione e della specie dei materiali impiegati. Ad ogni modo però la prima sezione di spese riesce piccola a confronto della seconda, specialmente se il trasporto non si eseguisce col mezzo dei cavalli. Schmitz valuta per le strade percorse da macchine il 2 1/2 per cento del costo primitivo per la manutenzione del fondo stradale e degli edifici che ne fan parte, e calcola che la durata delle ruotaje disposte sopra dadi di pietra come quelle di Liverpool possano durare 30 anni, e quelle all'uso americano più leggieri ed inchiodate sopra correnti di legno circa 10 anni per riguardo al ferro, e fra i 7 e gli 8 anni per riguardo al legno, ritenuta la media frequenza della strada di circa 30,000 persone, e 80,000 tonnellate annue. Per la strada di Brussella in cui furono sostituiti dei travi traversali ai dadi per sostegno dei pulvini s'è calcolata la durata dei travi stessi a 10 anni.

È poi buona previdenza che le riparazioni si facciano continuamente per mantenere sempre libero il corso sulla strada, e prevenire delle dannose degradazioni. A questo fine sulla strada di Liverpool sono disposti degli operai ad ogni 1200 metri di un semplice binario, i quali hanno cura del loro tronco, oltre altri giornalieri incaricati a tener pulite le ruotaje specialmente da ciò che potrebbe impedire il libero corso agli orli delle ruote.

(1) Tali spese si mantennero pressochè costanti, giacchè dal rendiconto del secondo semestre del 1836 risultarono di fr. 176,937, il che equivale a fr. 3,539 per chilometro.

(2) Riportiamo la seguente tabella stesa da Minard, la quale potrà servire di paragone,

metro e mezzo per secondo, non oltrepasserà i 1000 franchi. Vi occorrerà però un maggior numero di carri. Così sulla strada da San Stefano alla Loira dove il servizio si fa con lentezza, vi sono quasi 250 carri; epperò il trasporto non oltrepassa il medio di 50 carri al giorno.

§. 259. Ne' precedenti capitoli abbiamo valutato il dispendio di trazione a norma delle diverse inclinazioni, e per ogni specie di motore. La manutenzione annua d'un furgone per tenerlo continuamente in buono stato si può valutare a 50 franchi almeno, e per persuadersene basta osservare che dei 500 franchi che costa, ve ne sono almeno 300 in sale, ruote, boccole, sostegni, spranghe d'intelajatura e caviglie, oggetti di di lunga durata e che rotti rivendonsi a metà prezzo. Gli altri 200 fr. sono il costo del lavoro del falegname e del legno pei cosciali e pel porta-carico, che sono le parti che si deteriorano con maggior prestezza per l'uso e per l'urto dei furgoni fra di loro. Del resto si concepisce che la manutenzione annua dei furgoni è in ragione diretta del loro servizio, per cui se la strada ha poca attività, od il numero dei carri è considerevole a confronto della data quantità di trasporti, essa diminuirà restando i carri maggior tempo senza riparazioni (1).

e fornire dei criteri appoggiati al vero sopra l'entità di questa specie di spese.

Denominazione delle Strade	Motori impiegati	Peso		Tonneggio medio annuo		Velocità media		Costo della manutenzione di un metro per una sola carreg.
		furgoni	macch.	merci	viaggiat.	merci	viagg.	
		tonnel.	tonnel.	tonnellat.	tonnellat.	metri	metri	Franchi
								Per mano d'opers.
Darlington, parte superiore . .	cavalli	4	»	100,000	»	0, 90	»	0, 48
Idem, parte inferiore	macchine	4	7, 5	450,000	»	5, 00	7, 00	1, 08
Glascow	idem	3, 7	5,e 10	96,000	6,000	3, 70	7, 10	0, 54
Liverpool	idem	5	8,e 12	220,000	32,000	5, 40	7,e 10	1, 98
Lione	cav. e mac	4	6, 5	200,000	16,000	3, 90	4, e8	0, 54
								Opera e materiali
Liverpool	macchine	5	8,e 12	220,000	32,000	5, 40	7,e 10	3, 28
Swannington . .	idem	»	7, 5	70,000	7,000	6, 60	6, 60	1, 17
Varington . . .	idem	4	7, 5	70,000	»	5, 00	5, 00	1, 17
Lione	cav. e mac	4	6, 5	200,000	16,000	3, 90	4,e 8	0, 84

Affine di porre in accordo queste cifre colle esposte da Biot bisogna avvertire che la strada di Liverpool essendo a doppia carreggiata e costando fr. 6714 al chilometro, il che equivale a fr. 6, 72 al metro, costerà fr. 3, 36 per metro e per carreggiata, il che poco si discosta dalle 3, 28 esposte da Minard. Per la strada di Lione le cifre esposte da Biot non sono che presuntive.

(1) Stando ai calcoli di Poussin per la strada da Baltimora a Washington, le diverse parti di una macchina locomotrice adoperata il più continuamente possibile dovrebbero rinnovarsi come segue: le ruote impellenti quattro volte per anno, le rispettive sale

§. 260. Le spese d'amministrazione saranno in proporzione del reddito, ma più grandi quanto esso sarà minore. Sulle strade frequentate

una volta, le altre due ruote due volte all'anno e le loro sale una volta ogni tre anni, la caldaja ogni dieci anni, le sue griglie due volte l'anno, i tubi che attraversano la caldaja, il fumajolo e la porticella del focolare ogni anno, oltre le riparazioni accidentali continue a queste stesse parti ed alle altre del meccanismo che non sogliono rinnovarsi che ogni dieci anni.

Quanto poi alle spese di manutenzione dei furgoni stima lo stesso Poussin: 1.° che le ruote di quelli destinati al trasporto delle mercanzie sieno logorate dopo percorso lo spazio di circa 26000 chilometri, quelle per le vetture pel tragitto dei passaggieri di 36000 chilometri, e quelle dei traini che seguono le macchine di 20000. In Inghilterra la durata delle ruote di ferro malleabile si valuta di tre anni, e di cinque la durata delle ruote di ghisa temprate alla circonferenza. 2.° Le sale e le boccole entro cui girano, hanno una durata tripla di quella delle ruote. 3.° Le molle, quintupla. 4.° Il porta--carico, se a piattaforma, può durar due anni, venendo destinato al trasporto di merci grossolane che lo possono facilmente sciupare, e tre anni se a cassa pel trasporto di oggetti minuti. 5.° La spesa per untura servendosi delle boccole ultimamente perfezionate (pag. 36 nota 1) riducesi a fr. 0,003 per ogni lega di quattro chilometri. A tutto ciò va aggiunto l'interesse del costo primitivo del forgone, le spese dei carri che rimangono vuoti in riparazione, le qoali sono calcolate 1/10 del totale, e l'interesse dei carri di ricambio che si valutano a 4 per ogni furgone in corso. [Ecco il riassunto di questi calcoli tal quale viene esposto dall'autore:

	Denominazione delle parti	Costo annuo di un furgone	Costo per tonnellata e chilometro
		franchi	centesimi
1	Ruote	329,69	0,27
2	Sale e boccole	47,55	0,04
3	Molle	24,38	0,02
4	Porta-carico	86,19	0.07
5	Untura	33,00	0,02
6	Carri vuoti 1/10 de' 5 articoli suddetti	52,08	0,04
7	Interesse della spesa primitiva	45,54	0,04
8	Idem dei carri di ricambio	182,16	0,15
	Totale	800,59	0,65

per cui valutandosi il carico di ogni furgone a tre tonnellate importerebbe il trasporto per furgone e chilometro fr. 0,0195; ed essendo la lunghezza della strada di 128 chilometri tra andata e ritorno che potrebbe essere percorsa ogni dì da ciascun convoglio, la spesa giornaliera per furgone sarebbe di fr. 2. 56.

Con simili calcoli si trova la spesa giornaliera di un furgone per viaggiatori ammon-

si può calcolare per approssimazione il 4 per % dell'entrata lorda. Chiuderemo il capitolo richiamando che le valutazioni ora stabilite non sono che ragguagliate, che possono variare a seconda delle parziali condizioni della strada, e che sono sempre modificate dalle località e dalla quantità di trasporto (1).

tante a fr. 5. 30, quella di una macchina locomotrice a fr. 41. 70 e quella di un traino di approvigionamento a fr. 3. 10: per cui calcolato a 12 furgoni un convoglio di merci, costerà su quella strada per questo riguardo complessivamente fr. 75. 52 per giorno e pel trasporto di tonnellate 36, ossia cent. 1,64 per tonnellata di merce e per chilometro.

Pambour ha dedotta la spesa di riparazione delle macchine locomotrici sulla strada ferrata di Liverpool, destinata principalmente al trasporto di persone e percorsa con una velocità media di 27 chilometri l'ora a cent. 2,026 per tonnellata di peso lordo, portata ad un chilometro di strada supposta orizzontale, e sulla strada di Darlington che serve specialmente per le merci, e dove il servizio non è così puntuale e la velocità si calcola di circa 20 chilometri, a soli cent. 0,66.

(1) Gioverà assai ad illustrare questo punto economico il paragone de' redditi e delle spese annue delle tre celebri strade ferrate di Liverpool, di Lione e di Budweis, fatto dall'illustre cav. Gerstner, e da noi riprodotto in una delle Appendici aggiunte in fin d'opera.

CAPITOLO SECONDO.

PARAGONE DELLE DIVERSE MANIERE DI TRASPORTO PER LE MERCANZIE.

§. 261. Porgerò in questo capitolo alcune osservazioni sui vantaggi relativi dei canali, delle strade ferrate e delle strade comuni; questione che eccitò principalmente in Inghilterra una quantità di discussioni, a cui i giornali presero parte chi pei canali chi per le strade ferrate, e si scrisse assai senza conoscerne le prime basi. Si paragonò indistintamente un canale ed una strada a ruotaje qualunque, senza pensare che i dettagli di costruzione di questi grandi mezzi di comunicazione possono modificare al doppio e anche al triplo l'economia secata nelle spese di trasporto. Ora che la passione si è dissipata, si ritornò alle cifre, e si comincia a comprendere l'impossibilità d'istituire a tutto rigore un paragone generale ed assoluto tra i due mezzi di trasporto, la cui scelta dipende in ispecial modo dalle località in cui il progetto deve essere eseguito.

§. 262. Per questo fine bisogna considerare: 1.° Il pendío e la natura del terreno da attraversarsi, siccome la facilità di procurarsi le acque necessarie per l'alimentazione del canale. 2.° La natura delle relazioni commerciali tra i punti situati agli estremi o nel mezzo della linea. La direzione principale delle masse di trasporto, la qualità stessa delle mercanzie, la distanza a cui si devono spedire, sono in fatto circostanze della più alta importanza, cui bisogna ben ponderare prima di decidere cosa alcuna.

§. 263. Sul canale di Linguadoca due cavalli comuni conducono una nave di 100 tonnellate a 13,600 metri l'ora. Percorrono 56,100 metri

al giorno, ed incontrano nel loro tragitto 100 sostegni ripartiti sopra 240 chilometri che è la lunghezza del canale. Si calcolano per le spese :

Cavalli per 7 giorni a 6 fr. il pajo	fr.	42, 00
Consumo delle navi	»	56, 00
Un pilota e due uomini a 5 franchi e mezzo	»	73, 50
(1) In tutto	franchi	171, 50

Il che importa franchi 0, 007 per prezzo del trasporto di una tonnellata ad un chilometro. Avendo le chiuse la caduta di circa metri 2, 60, la pendenza media del canale risulta di circa un millimetro per metro. Con tale pendío le macchine locomotrici non potrebbero eseguire i trasporti, supponendo anche che ritornino caricati, a meno di fran. 0, 015 per chilometro e per tonnellata.

§. 264. Dunque sotto questo aspetto è vantaggioso il canale, astrazione fatta dai maggiori o minori inconvenienti che possono offrire al commercio le sue asciutte estive e jemali. Rimarrebbe a confrontare l' interesse del capitale di primitiva costruzione, ma per questo riguardo si può ritenere in generale che un canale di grande sezione, ed una grande strada ferrata della media pendenza di 1 a 2 millimetri per metro devono costare press' a poco egualmente, giacchè le ultime opere pubblicate in Francia sulla navigazione valutano:

Il chilometro di canale	fr.	90,000
Più pei sostegni, ogni metro di caduta	»	24,000
Onde un chilometro di canale colla pendenza		
di 1 millimetro per metro costerebbe	»	114,000
2	»	138,000
3	»	162,000

Abbiamo valutato per ragguaglio la costruzione di un chilometro di strada ferrata 110,000 franchi, per cui quando il terreno è sufficientemente piano, la spesa primitiva si conguaglia per una parte e per l' altra.

Ma sono pochi i canali su cui possono adoperarsi i cavalli con vantaggio. Per tutti quelli pe' quali dei ponti e soprattutto dei sostegni moltiplicati esigono il momentaneo distacco dei cavalli; per quelli in cui la strada alzaja presenta delle rapide giravolte, i cavalli non possono essere adoperati tanto comodamente, e bisogna ricorrere agli uomini per tirare le navi.

§. 265. Così sul canale di Briare la cui lunghezza è di 108 chilo-

(1) Queste notizie son tolte dall' opera che ha per titolo: *Saggi sui battelli a vapore* di Tourasse e Mellet. BIOT.

metri, il tonneggio si fa col mezzo di uomini che impiegano 7 giorni a condurre una nave di sole 40 tonnellate stante le piccole sue dimensioni.

Le spese risultano come segue:

Tre barcajuoli per sette giorni.	fr.	60
Due alzai	»	24
Manutenzione della nave	»	60
Totale	franchi	144

il che equivale a franchi 0, 033 per chilometro e per tonnellata, quantunque il canale non presenti un gran pendío. In questo caso le strade ferrate sarebbero state più convenienti.

§. 267. Se prendesi ad esempio il canale di Givors, il suo medio pendío è di 6 millimetri per metro come per la strada ferrata che seguita la stessa valle. Sopra 17,000 metri questo canale presenta 28 sostegni di ineguale caduta, frequenti ponti, e delle discese ad andirivieni, circostanze che non permettono l'uso dei cavalli. Le spese per una nave di 60 tonnellate si deducono dal seguente calcolo:

Tonnellaggio per la discesa = due uomini ed un battelliere	fr.	15, 00
Ritorno a nave vuota	»	12, 00
Consumo della nave e manutenzione della fune per 6 giorni, tempo necessario per tragittare e caricare		10, 00
Totale	fr.	37, 00

il che equivale fr. 0, 0551 per chilometro e per tonnellata.

§. 268 Sulla strada ferrata la discesa di 60 tonnellate sopra 20 carri può farsi con una mezza giornata d'uomo, ed il prezzo del rimurchio di un carro vuoto ammonta a circa 1 franco, alle quali spese bisogna aggiungere il consumo e l'untura dei carri calcolata in ragione di fr. 0, 50 per cadauno, onde si avrà:

Per la discesa di sessanta tonnellate	fr.	1, 25
Rimurchio di 20 furgoni	»	20, 00
Consumo ed untura degli stessi	»	10, 00
Totale	franchi	31, 25

il che offre un vantaggio sul canale ad onta della grande pendenza.

§. 269. È ben vero che per le mercanzie che devono salire, il prezzo del tonneggio col mezzo del canale sarebbe un po'minore di quello che si potrebbe avere colla strada ferrata, e vuolsi di passaggio ritenere che perfino a questo limite di 6 millimetri per metro, il che equivale ad un sostegno ogni 500 metri, il canale pel trasporto ascendente sarà più van-

taggioso; ma d' altra parte farò osservare che con tali pendenze occorrerebbero delle spese enormi pei bacini, e prese onde alimentare i canali a sostegno di grandi dimensioni come appunto quello di Linguadoca, e che questi soli canali sono suscettibili di portare delle navi di utile capacità per la navigazione. Pei canali di minore grandezza, come la maggior parte dei costrutti in Francia e come il sopraccitato di Givors, bisogna all' origine far passare il carico da una nave ad un' altra spesso con grave dispendio, per non essere stretti a far navigare nel fiume i battelli costrutti per il canale, addoppiando la spesa di navigazione a motivo della loro forma quadrata e della loro immersione nell' acqua, in generale troppo grande per il fiume dove fanno capo. Con una strada ferrata è bensì necessario lo scarico dei furgoni nelle navi, ma questa operazione non costa che 50 cent. circa per furgone, ovvero 17 cent. per tonnellata, il che equivale a 17 franchi per ogni nave di 100 tonnellate, mentre il mutamento del carico da una ad altra nave costa almeno 40 fr. a pari circostanze oltre il considerevole spreco se trattasi di carbone.

§. 270. Onde porre in chiaro la differenza delle spese di navigazione sui fiumi navigabili colle navi strette o colle larghe, basti il dire che sul Rodano il viaggio in Provenza di una nave di 160 a 190 tonnellate di forma svasata, e di un' altra costrutta pel canale che porta 100 tonnellate al più, costa egualmente circa 200 franchi.

§. 271. Quando dunque il canale non può essere tracciato a grandi dimensioni, la strada ferrata ha un bel vantaggio sullo stesso pei trasporti discendenti, oltrediché la navigazione viene interrotta ne' grandi geli e nelle grandi siccità, mentre la strada è indipendente da questi ostacoli. Solo le nevi abbondantissime possono sospenderne l'uso, ma essa viene bentosto sgombrata per mezzo di una specie d' aratro a doppia orecchia appoggiantesi alle ruotaie, il quale viene tirato da cavalli e ne pulisce prontamente la superficie in modo da assicurare il passaggio dei carriaggi (1).

§. 272. In generale ambi i mezzi di trasporto sono buoni per le mercanzie, e la sola ispezione della località e della quantità delle derrate da trasportarsi può far decidere della preferenza. Se si tratta di pianura il cui pendío non oltrepassi i 2 millimetri per metro, se il tonnellaggio è

(1) Questo ferro che lambe e non tocca le ruotaje, destinato a tenerle pulite dalla neve e d'ogni altra lordura, fu applicato al dinanzi delle macchine locomotrici, e viene ne' giorni polverosi surrogato da spazzole o scope, siccome indica Gerstner aver praticato nella sua celebrata strada da Pietroburgo a Zarco-celo.

piuttosto considerevole, se il fondo è compatto e non sabbioniccio e spugnoso, infine se si possono avere dei facili mezzi di alimentazione pare preferibile un canale. Ma se a pari pendìo manca una di dette condiaioni, val meglio il costruire una strada ferrata.

§. 273. Tra i due ed i sei millimetri la scelta dipenderà pure da dette condizioni ed inoltre dalla direzione principale del trasporto delle più gravi mercanzie. Se trattasi di discesa sarà sempre a preferirsi la strada ferrata; se di salita, un canale, purchè possa essere alimentato senza troppo dispendio, giacchè occorreranno fino a due sostegni per ogni 1,000 metri con enorme consumo d'acqua. Un sostegno solo ne richiede 500 metri cubi, e ad onta di tutti i calcoli fatti, l' irregolarità del servizio porta un reale consumo per ogni sostegno attraversato di una quantità d' acqua, pari alla sua capacità, anche su di un canale a due versanti.

§. 274. Colla parola di gravi mercanzie voglio distinguere quelle che non portano ingombro, come il carbone, la pietra da calce, i mattoni, le tavole, i sacchi di biada, o le balle di cotone. Ove si trattasse di mercanzie voluminose, come il fieno, le bottiglie, i legni troppo lunghi, una strada ferrata ne farebbe il trasporto con difficoltà, dovendo essere ripartite su molti furgoni, i quali verrebbero a questo modo ad essere occupati ed adoperati per poco peso, a meno che non se ne vogliano usare degli appositamente costrutti; inconveniente capitale, come ebbimo a far notare. Oltre i sei millimetri per metro il canale riesce di troppo costo e d' un trasporto troppo lento per poter entrare in paragone: e qui parlo di un canale di una certa lunghezza, e non d'una piccola tratta che può incontrarsi nello stesso (1).

(1) Se noi dietro i giusti raziocinj di Biot, e colla scorta dei dati somministrati dall'opera riputatissima di Bruschetti sulla storia dei Canali navigabili del milanese, volessimo istituire dei criteri sulla buona riuscita di una strada a ruotaje da Milano a Pavia, città fra loro congiunte col mezzo del canale. Naviglio, saremmo condotti ad una conclusione poco favorevole per la strada ferrata. In fatti su quel canale, astrazione fatta alle spese per pedaggi ed imposte che con molta approssimazione al vero si suppone rappresentino la quota delle spese d'annua manutenzione, una barca della portata di 32 tonnellate esige le seguenti spese:

Due cavalli per una giornata di viaggio, essendo il tragitto di 34 chilometri, compresa la mercede al garzone a fr. 5 cadauno	fr.	10, 00
Due barcaiuoli a fr. 2, 25	»	4, 50
Manutenzione e consumo della barca	»	2, 30
Sommano	fr.	16, 80

Una strada ferrata da Milano a Pavia, la quale scendesse come il Naviglio al Ticino dovrebbe essere divisa in due sezioni. Nella prima sulla lunghezza di chilometri 31, 5

§. 275. Come i canali, anche le strade ferrate hanno i loro limiti, fuor dei quali non possono competere vantaggiosamente colle strade comuni. La resistenza sopra una strada lastricata bene mantenuta, valutasi in pia-

vi sono 8 sostegni del complessivo salto di m. 29, 31. Vi è di più una pendenza nel canale stesso che diminuisce gradatamente dal primo all'ultimo tronco a motivo dell'acqua che si viene man mano estraendo per la irrigazione dei fondi laterali, la quale ascende a m. 4, 46, il che importa un declivio totale di m. 33, 79, ossia poco più di un millimetro per metro. I punti estremi della esposta lunghezza e pendenza furono calcolati dalla briglia al Ponte di diramazione fuori di Porta Ticinese in Milano, alla soglia delle portine superiori del sostegno a Porta Stoppa di Pavia.

Per discendere da quivi al pelo del Ticino evvi un declivio di m. 23, 40 sopra una tratta minore di due chilometri, il che corrisponde a quasi millimetri dodici per metro, la quale tratta formerebbe la seconda sezione della strada.

Colla accennata pendenza di millimetri uno per metro, la prima sezione potrebbe essere servita da macchine locomotrici, il cui costo minimo per ogni tonnellata trasportata ad un chilometro importerebbe (§ 224, pag. 130) fr. 0,022, ossia per 32 tonnellate trasportate a 32 chilometri . . . . fr. 22, 53

Per la seconda sezione per la quale occorrerebbe una macchina stabile si avrebbe la spesa di fr. 0, 04 per tonnellata e chilometro (§ 169, pag. 99), e per 32 tonnellate e 2 chilometri. . . » 2, 56

In tutto fr. 25, 09

A questa spesa che risulta per sè maggiore di un terzo di quella calcolata pel trasporto col mezzo del canale, va aggiunto 1.° il costo del carico e scarico dal Ticino alla strada ferrata, mentre comunemente le barche del fiume salgono il canale senza bisogno di questa operazione: 2.° il maggior prezzo del carbon fossile in un paese come il nostro senza cave. La spesa di prima costruzione si può dire pareggiata. Infatti il costo del naviglio ammontò a circa . . . . . . fr. 7,400,000

Una strada ferrata della lunghezza di chilometri 34 a doppia carreggiata nella ragione di fr. 200 per metro, importerebbe » 6,800,000

Differenza . . . . fr. 600,000

Per questi calcoli poi non vogliamo concludere che una strada ferrata su questa linea riuscirebbe infruttuosa. Se pel trasporto delle mercanzie gravi e voluminose non potrà competere col canale, per le ragioni che vedremo sviluppate nel seguente Capitolo, potrà presentare considerabilissimi vantaggi pel trasporto delle mercanzie preziose e dei viaggiatori: articolo dimostrato in questi ultimi anni come l'essenziale all'utilità di simili imprese. E da questo lato l'unione di una capitale popolosa, attiva ed industre con una città pure considerevolissima, sede di una Università celebre ed assai frequentata, e punto di comunicazione fra la Lombardia ed il porto di Genova, porge dati non dubbj di una felice riuscita. In questo caso, abbandonata prudentemente l'idea di tener la concorrenza col canale pel trasporto delle grosse merci, la strada dovrebbe fermarsi alle porte di Pavia, o penetrarvi quel tanto che le locali circostanze d'area e di edifici quivi fortunatamente permettono.

nura a circa $\frac{31}{1000}$, mentre sopra una strada ferrata non è che di $\frac{5}{1000}$: ma a misura che si aumenta la pendenza, la nuova forza risultante dalla parte del peso decomposta si accumula pei trasporti che devono farsi in ascesa colla resistenza dell' attrito, in modo che le resistenze totali d'una e d'altra parte vanno ravvicinandosi come mostra il seguente quadro:

Pendenza espressa in millimetri per metro.	Resistenza dovuta alla pendenza.	Strada lastricata comune.		Strada ferrata.		Rapporto delle resistenze totali.
		Resistenza dovuta all'attrito.	Resistenza totale.	Resistenza dovuta all'attrito.	Resistenza totale	
0	0,000	0,033	0,033	0,005	0,005	1: 6,66
5	0,005	»	0,038	»	0,010	1: 3,80
10	0,010	»	0,043	»	0,015	1: 2,86
20	0,020	»	0,053	»	0,025	1: 2,12
30	0,030	»	0,063	»	0,035	1: 1,80
40	0,040	»	0,073	»	0,045	1: 1,62
50	0,050	»	0,083	»	0,055	1: 1,50

Da ciò vedesi che quando si arriva alle pendenze di 4 a 5 centimetri per metro, la resistenza sulle strade ferrate è di circa $\frac{2}{3}$ di quella che si ha sulle strade comuni, mentre in piano è di circa $\frac{1}{7}$. Quando i trasporti si fanno nella direzione della discesa, la forza motrice del peso diventa troppo potente sulle strade ferrate, e bisognando rimurchiare i carri vuoti, il loro vantaggio diminuisce sensibilmente coll'aumentare delle pendenze. È vero che per quelle che superano il centimetro per metro si possono usare le macchine stabili od i piani automotori, che in certe località e per certi servigi offrono una economia sugli altri motori: ma abbiamo notato più sopra la difficoltà che presenta la loro applicazione, e gli inconvenienti che risulterebbero da una poco rigorosa regolarità di servizio.

§. 276. In generale bisogna dire che una lunga tratta di strada ferrata non dee oltrepassare mai la pendenza di 15 millimetri per metro, perchè possa offrire un notabile vantaggio sulle vie comuni. La loro applicazione ai rapidi pendii devesi limitare al caso del servizio d'una fucina o d'una miniera lontana qualche chilometro dal punto ove s' imbarcano i loro prodotti.

CAPITOLO TERZO.

SERVIZIO DEI VIAGGIATORI
E DELLE MERCANZIE PREZIOSE SULLE STRADE FERRATE.

§. 277. Pei rapidi trasporti le strade ferrate hanno un vantaggio grandissimo su tutte le altre specie di mezzi di comunicazione, ed offrono insieme un ricreamento ed una comodità che non trovasi che nei viaggi per acqua.

§. 278. Sui canali la resistenza prodotta dalla opposizione dell' acqua contro la nave che vi scorre, cresce in proporzione del quadrato della velocità del moto, e secondo questa legge abbastanza esatta nelle ordinarie applicazioni della pratica: se una nave prova una resistenza come R tirata al passo ordinario del cavallo, vale a dire ad un metro per secondo, ne proverà una come Rv^2 quando sia tirata con una velocità v per secondo; e siccome anche il cavallo dovrà vincere questa resistenza colla velocità v, il totale potere dinamico sarà rappresentato da Rv^3, e crescerà in proporzione cubica della velocità.

§. 279. Così la resistenza d' una nave delle ordinarie dimensioni, correndo un metro per secondo sopra un canale di grande sezione, è di circa 20 chilog. La resistenza che opporrà ad una velocità doppia, vale a dire di 2 metri per secondo, sarà $20 \times 4 = 80$ chil., ed il potere dinamico necessario per superarla sarà di $20 \times 8 = 160$ chil. Per una velocità di tre metri per secondo il poter dinamico necessario sarà $20 \times 27 = 540$, donde risulta che la navigazione ha bisogno di una considerevole eccedenza di forza per le velocità grandi.

§. 280. Pure adopransi con vantaggio i battelli a vapore sul mare e sui fiumi; ma bisogna osservare che la resistenza opposta al movimento è molto minore in quelle acque che sui canali piuttosto stretti, come sono gli ordinari, dove gli ondeggiamenti cagionati dalle palette delle ruote ne rovinano rapidamente le sponde: difetto questo che si spera di togliere sostituendo alle ruote delle elici che agiscano sott' acqua, quantunque le prove fatte di questo sistema non sieno ancora ben soddisfacenti. E notisi di più che il passaggio dei sostegni esigendo almeno dieci minuti di tempo, cagiona un grave ritardo quando essi sono frequenti. Perciò i soli canali di Francia che portano viaggiatori sono quelli di Linguadoca e di Beaucaire, canali di gran sezione e di pochi sostegni, ed oltracciò più per l'economia che per la rapidità del cammino. Nella Gran Brettagna non ve n'ha che uno o due di questo genere nella Scozia.

§. 281. Sopra una strada ferrata l'attrito agisce come una forza ritardatrice costante, per cui se si calcola la resistenza opposta dallo stesso per una data velocità, il suo valore resterà costante per ogni altra velocità superiore. Le potenze dinamiche, necessarie per operare il movimento, saranno rappresentate dal semplice prodotto di questo valore per la velocità, mentre pei canali il prodotto risulta dalla resistenza pel cubo di essa velocità. La resistenza elementare per la velocità unitaria di una strada a ruotaje di ferro è $1/200$ e quella di un canale $1/600$ del peso trasportato: quest'ultima cifra risulta da sperienze fatte in Inghilterra. Perciò ad una velocità di 3 metri per secondo, la resistenza sul canale sarà $9/600$, ossia $1/66$. La potenza dinamica occorrente per simile velocità sopra una strada ferrata sarà quindi rappresentata da $1/200$ di 1000 chilogr. trasportati a 3 metri, ossia da $1/66$ di 1000 chilogr. trasportati ad un metro, e sopra un canale da $1/66$ di 1000 chil. trasportati a 3 metri, ossia da $1/22$ trasportati ad un metro; vale a dire il triplo di quella occorrente per una strada ferrata; per cui deducesi che per le forti velocità i canali abbisognano di molto maggior forza motrice.

§. 282. Sulle strade comuni la resistenza elementare deve come sulle ferrate, essere moltiplicata per la velocità semplice onde aver l'espressione della potenza dinamica necessaria alla trazione; ma in questo caso essa è già grande per sè stessa, e non sarebbe che ad estreme velocità che questo sistema di trasporti potrebbe presentare dell'economia sopra i canali. Il motore impiegato, sia esso animale o macchina, si stanca più facilmente in ragione che si aumenta la rapidità del moto, e perciò il corrispondente carico deve diminuire in maggior misura di quello che non aumenta la velocità. Quindi le spese di trazione saranno proporzionalmente maggiori per le grandi velocità; ma quando trattasi del trasporto d'uomini

e di mercanzie preziose, che può essere pagato a maggior prezzo non si deve temere che l'eccedenza delle spese non venga largamente compensata. Affine di paragonare fra di loro i differenti motori che possono venire impiegati pel trasporto dei viaggiatori sulle strade ferrate, faremo le nostre supposizioni sempre a pari condizione, vale a dire col combustibile a poco prezzo. Sopra una strada ferrata presso a poco orizzontale un cavallo che faccia 4 leghe per ora può trascinare un peso di 5 tonnellate, ma converrà non fargli percorrere che 2 leghe per corsa e cambiarlo ogni mezz'ora. A questo modo si può percorrere 20 chilom. al giorno, e la spesa sarà di 6 franchi.

§. 283. Una macchina di quelle che servono al trasporto delle gravi mercanzie, colla velocità di 10 chilometri all'ora potrà essere spinta fino a 16 chilometri o 4 leghe, e condurre con tale grado di velocità un peso di 30 tonnellate. Occorreranno due macchine per essere certi d'averne una sempre disponibile, e si dovrà calcolare il loro costo a 38 fr. al giorno, limitando la corsa a 80 chilometri. Una macchina di quelle costrutte appositamente per fare 25 chilom. all'ora come quelle di Manchester, potrà tirare con tale velocità un carico simile al precedente. Occorreranno però 4 macchine per averne una disponibile continuamente, ed il loro costo ammonterà a non meno di 60 fr. al giorno per percorrere simile distanza di 80 chilom.

§. 284. La scelta di questi differenti motori dipenderà dalla quantità dei viaggiatori, dalla maggiore o minore importanza che sarà applicata alla rapidità della corsa, e dalla pendenza della strada. Se non si faranno che due o tre corse al giorno, e che la quantità dei viaggiatori per ogni corsa non sarà maggiore di 40, è cosa evidente che converrà impiegarvi unicamente i cavalli, poichè 15 persone pesando circa 1000 chilogr., 40 ne peseranno 2600, onde supponendole distribuite in due vetture di 20 posti, il total carico colle vetture non oltrepasserà i 5600 chilogr.

§. 285. Supponendo, per esempio, che la strada da percorrersi sia di 40 chilom., ed orizzontale, e che il cavallo possa esercitare una potenza di 50 chilogr. colla velocità di 4 metri per secondo, egli trascinerà le due vetture del peso di 5600 chilogr., ed il costo d'ogni corsa sarà:

Quattro ricambj di cavallo in ragione di mezza giornata cadauno	fr. 12, 00
Mezza giornata del condottiere	« 1, 50
Olio per le boccole delle ruote	« 0, 30
Imbrecciamento della strada	« 1, 20
Totale pel trasporto di 40 viaggiatori	fr. 15, 00

Ove si volessero adoperare delle macchine si avrebbe una spesa tripla, giacchè gran parte della loro forza sarebbe superflua.

§. 286. Ma se il numero de' viaggiatori fosse triplo per ogni corsa, e l'attività delle relazioni tra i punti estremi fosse tale da pagare le spese di una maggior velocità, le macchine sarebbero adoperate con vantaggio. Così tra Manchester e Liverpool, città d'immenso commercio, la seconda delle quali è il porto della prima, vi erano già 48 diligenze per terra prima della costruzione della strada; e la corsa che è di 30 miglia inglesi, ossia 50 chilom., si faceva in tre ore e mezzo. La strada ferrata non potè appropriarsi questo numero stragrande di viaggiatori che col ridurre ad un'ora e mezzo, o a due ore al più il tempo totale della corsa, usando delle macchine locomotrici, delle macchine costrutte, sto per dire, in modo da volare da una città all'altra.

§. 287. Dalle strade pressocchè orizzontali passiamo a quelle che hanno 5, o 6 mill. per metro di pendenza. In questi casi le vetture scenderanno da sè, ciò che cambia la natura del servizio. Supponendo sempre due vetture cariche di 40 viaggiatori in tutto, il loro peso di 5600 chilogr. rappresenterà nella salita una resistenza doppia che non in piano. Bisogneranno dunque due cavalli in vece d'un cavallo solo. Ma ritornando essi al passo alle loro scuderie, potranno anche fare maggior cammino al giorno, per cui stabilendo i ricambj a 7000 metri faranno due salite al giorno a gran trotto, e due discese al passo, in tutto 28,000 metri, e costeranno la stessa spesa, od al più per ciascuno fr. 6, 50. Si avrà quindi per la corsa di un sistema di due vetture che percorrono 40 chilom.:

Sei ricambj in ragione di $^1/_4$ di giornata di due cavalli che costano assieme fr. 13 = 6 × $^{13}/_4$ . .	fr.	19, 50
Mezza giornata del condottiere	«	1, 50
Olio	«	0, 30
Imbrecciamento della strada	«	1, 00
Totale	franchi	22, 30

onde nel supposto di due salite e di due discese al giorno, il servizio costerà in tutto fr. 89, 20, ritenuto che il solo prezzo dei sei ricambj importa franchi 78.

§. 288. Per un consimile servizio abbisognerebbero due macchine in attività il che suppone quattro macchine disponibili. Ogni macchina costando fr. 38 al giorno, il costo totale sarebbe di fr. 76, e quindi vi sarebbe il vantaggio della velocità sopra l'uso dei cavalli. Ma la differenza

si fa di più in più grande a misura che aumenta l' inclinazione, giacchè la resistenza cresce rapidamente, e s' avvicina alla potenza che possono spiegare le macchine. Così sopra una acclività di 14 millimetri per metro, la resistenza sarà di 5,600 chilogr. $\times \frac{5+14}{1000} = 101$ chilog., e per lo stesso sistema di convogli di viaggiatori bisognerebbe fissare il ricambio da 5 in 5 mila metri, e attaccare tre cavalli, ciascuno dei quali eserciti uno sforzo di 33 chilogr. in salita oltre del proprio peso. Allora la spesa della corsa risulterà in questo modo:

Otto ricambj di ¼ di giornata di tre cavalli a fr. 6, 50 cadauno, calcolato che ogni cavallo non faccia che due discese a motivo della acclività che li stanca estremamente	fr. 39, 00
Mezza giornata del condottiere	« 1, 50
Olio	« 0, 30
Imbrecciamento della strada	« 1, 00
Totale . . . . franchi	41, 80

per cui il servizio complessivo di due salite e due discese ammonterebbe a fr. 167, 20 dei quali i soli cavalli ne assorbirebbero 156.

Con siffatta pendenza abbisognerebbero due macchine in attività del costo di 40 fr. cadauna come abbiam veduto, o di 80 fr. tra tutte e due. Vi sarà quindi grande economia in favore delle macchine, economia che si farebbe anche assai maggiore se il numero de' viaggiatori fosse doppio, giacchè essendo almeno di 190 chilogr. la resistenza che può superare una macchina su tale pendenza, potrebbe strascinare per lo stesso prezzo di 40 fr. il doppio del numero dei viaggiatori ora considerato.

Tuttavia questo vantaggio sarebbe minore se il combustibile costasse il doppio od il triplo, giacchè la spesa della macchina sarebbe considerevolmente modificata. Quindi in una località lontana dalle cave del carbon fossile come Parigi (1), il coke da noi supposto a cent. 75 per 100 chilogr., costerà almeno 5 fr. ad egual peso. I 100 chilogr. che supponemmo consumati dalla macchina in una giornata, costerebbero 30 fr. in luogo di 7, 50, vale a dire fr. 22, 50 di più, di maniera che il prezzo del lavoro giornaliero della macchina ammonterebbe a fr. 62, 50 a moderata velocità. Se si usasse del carbon fossile la differenza del prezzo

(1) E sventuratamente finora anche Milano, e tutt'Italia.

sarebbe pur grande, ma l'uso di quest' ultimo combustibile non può sopportarsi dai viaggiatori a motivo del suo fumo.

§. 289. Dirò poche cose intorno all' impiego delle macchine stabili pel trasporto dei viaggiatori. Se si suppone che sulla stessa strada vi sieno mercanzie e viaggiatori, bisognerebbe riunire sopra un sol punto una potente forza, capace di tirare i grandi trasporti ed il peso della fune, il cui attrito spesso agguaglia la metà della total resistenza da superarsi. Questa forza impiegata a condurre i viaggiatori non darebbe un effetto utile proporzionale alle considerevoli spese occorrenti. Pure si danno de' casi in cui l'impiego di tale motore diventa indispensabile, quando la strada ha delle pendenze di 4, o 5 centimetri per metro, come quella da Andrezieux a Roanne. Allora la macchina stabile rimorchia i viaggiatori nella stessa guisa degli altri convogli. Però si ricorre a questo mezzo per necessità, non mai perchè ne sia vantaggio, giacchè havvi sempre un' enorme eccedenza di forza inutile se non sono da rimorchiare che i soli viaggiatori. D' altra parte se si supponesse che una strada destinata al trasporto dei viaggiatori fosse tracciata a motivo delle località sopra pendenze piuttosto rapide, si potrebbero stabilire delle macchine fisse con funi di minor peso. Però il pericolo di rotture accidentali di esse funi, l' interruzione del servizio che ne verrebbe, la difficoltà degli incrociamenti colle strade comuni, i ritardi che succedono onde comunicare i segnali dall' uno all' altro punto, distoglieranno in generale l' applicazione di questo sistema per delle lunghe tratte.

§. 290. Una strada ferrata può essere anche costrutta al solo scopo del trasporto dei viaggiatori, ma allora bisognerebbe che esso fosse molto considerevole, il che non può avvenire che nelle vicinanze di grandi città come sarebbero Parigi e Londra. Di più in questo caso bisogna che la città secondaria che vuolsi unire alla metropoli, sia sufficientemente lontana, giacchè la strada ferrata non potendo metter capo che alla porta della capitale, ogni viaggiatore per giungere a casa sua sarà costretto a percorrer un buon tratto di via a piedi od in vettura con suo discapito, il che non gli avviene quando servasi di vetture ordinarie che penetrano nell' interno. Se questa è parte considerevole della strada totale, ne verrà una perdita di tempo ed un incomodo a nocumento della strada ferrata: nocumento sensibile nelle stesse strade da Liverpool a Manchester, e da Santo Stefano a Lione, benchè la più parte dei viaggiatori sieno trasportati a 12, o 15 leghe dalla capitale. A Liverpool la compagnia ha intrapreso sotto la città un nuovo traforamento affine di portare i viaggiatori sino nel suo centro. A Lione la strada ferrata formerà sul largo che costeggia

CAPITOLO QUARTO.

DELLE GRANDI LINEE DI STRADE FERRATE.

§. 291. Nella loro origine le strade ferrate si limitarono a quelle tratte di 3, o 4 mila metri che occorrevano per porre in comunicazione le miniere di carbone con un canale od un fiume. Si estese quindi la loro applicazione, e si prevalse di questo nuovo mezzo pel trasporto dei viaggiatori e d'ogni sorta di mercanzie fra punti ben più lontani, come la strada di Liverpool che ha 50 chilometri di lunghezza, quella da Santo Stefano a Lione che ne ha dai 58 ai 60, e quella da Andrezieux a Roanne che ne misura 65. Il compimento di questi grandi lavori, e la riuscita clamorosa della strada di Liverpool, han fatto concepire l'ardimentosa idea di estendere queste linee di comunicazioni a distanze ben maggiori, e procurare così una facilità ed una prontezza inudita per le relazioni commerciali fra centri d'industria assai lontani. A questo fine furono votati dalle Camere de' fondi speciali per lo studio delle grandi linee, che si estendono in Francia da Havre a Marsiglia, da Nantes a Strasburgo, e da Lilla a Bordeaux. È tale la grandezza di questi progetti che, nel supposto della loro realizzazione, non è possibile prevedere tutte le modificazioni che ne subirebbero il commercio e l'industria francese. È però possibile lo stabilire alcune massime che potranno essere utili per valutare i reali vantaggi di queste nuove vene di civiltà.

§. 292. Una speciale commissione di pubblici ingegneri fu incaricata di fare gli studj locali, necessari per tracciare l'andamento di queste grandi linee progettate. Ardisco però di asserire che quegli studj non sono di una grande importanza. Già da qualche anno furono compilati dei progetti di canali per tutte le parti di Francia, e dovendo l'andamento per la strada ferrata come pei canali seguire le più dolci pendenze, basteranno gli elementi già raccolti che trovansi ne' pubblici archivi per

determinare le nuove linee stradali e calcolarne una spesa approssimativa. Colle carte di Cassini alla mano, con qualche linea di livellazione che da qualche tempo fu fatta quasi in ogni località, e colla scorta de' principj generali coi quali si sogliono trovare al tavolo le linee di minima pendenza onde passare da una vallata in un'altra, la commissione potrebbe stendere a Parigi i lavori preparatorj. Si resterà convinti di questa asserzione quando si sappia che il progetto del canale da Parigi a Strasburgo determinato a questo modo, differì di pochissimo dal progetto regolare, formato sulle più precise operazioni geodetiche, benchè la spesa ammontasse a più di 65 milioni.

§. 293. La vera quistione da studiare è la commerciale, e la maggiore o minore probabilità d'utile delle linee proposte. Il trasporto delle grandi mercanzie proverà egli una sensibile diminuzione di prezzo collo stabilimento di queste grandi linee sviluppate a questo modo? Bisogna dubitarne quando una strada ferrata debba stare al confronto con un fiume, od un canale a pochi sostegni, come quelli stabiliti paralellamente ai fiumi. Prendiamo ad esempio Marsiglia e Lione. La pendenza del Rodano non essendo in ragguaglio che di 1/2 millimetro per metro, un canal laterale non potrebbe avere che un sostegno di m. 2, 50 di salto ogni 5000 metri. Sopra un tal canale quasi in linea retta stante la larghezza della vallata del Rodano si potranno con facilità usare i cavalli pel tonneggio, il quale così non sorpasserebbe mezzo centesimo per tonnellata, mentre sopra una strada ferrata a pari circostanza costerebbe almeno un centesimo e mezzo. Quindi colle altre spese il nolo si potrebbe limitare sul canale a 4 centesimi, mentre sulla strada a ruotaje di ferro bisognerebbe portarlo a 6, o 7. Da Havre a Parigi la pendenza della Senna è ben minore, risultando di soli metri 24, 70, distribuiti sopra 365 chilom. Il trasporto per acqua tra le due città non costando che circa 4 cent. per tonnellata e per chilometro, avrebbe sempre il vantaggio sulle strade ferrate, e si farebbe ancor più grande con alcuni rettifili e miglioramenti che si effettueranno nel fiume fra pochi anni.

§. 294. È però tutt'altra cosa pel trasporto dei coloniali, delle stoffe ed in generale di tutte le mercanzie che hanno tanto valore rispetto al peso da pagar le spese prodotte da un rapido trasporto, la quale celerità è preziosissima specialmente per gli uomini che hanno delle occupazioni, e pei negozianti i quali stimano più che altri la perdita del loro tempo che conguagliano in denaro. Quindi il vantaggio delle grandi linee di strade ferrate sta principalmente nell'economia del tempo prodotta dalla velocità de' trasporti, il qual vantaggio è di somma considerazione.

§. 298. Ma sotto questo punto di vista, lo stabilimento delle nuove linee non può sul subito presentare importanti risultamenti se non sussistono di già fra i punti estremi, o fra loro e gli intermediari, un considerevole movimento di mercanzie preziose, ed una grande circolazione giornaliera di viaggiatori, siccome sono Parigi, Rouen e Lione. Andar più in là, cominciare delle linee estesissime quali sarebbero quelle da Parigi a Bordò, a Lione, a Strasburgo mi pare un ardire fuor di luogo, giacchè non è tanto facile il prevederne l'effetto, e giudicare se le spese della loro formazione saranno compensate dallo sviluppo delle relazioni commerciali che ne verranno di conseguenza fra città che formano centri a sè d'un enorme consumo.

§. 299. Queste grandi linee presenteranno anche delle importanti difficoltà per la regolarità del servizio, per questa condizione vitale del buon esito di simil genere d'imprese. Ogni punto intermedio dovendo fare le sue spedizioni separatamente, bisognerà, se la strada non è che ad una carreggiata, stabilire in anticipazione le ore della partenza per ischivare l'incontro dei convogli che partono da diversi punti, e che vanno più o meno celeremente, oppure limitarsi ad una velocità presso a poco consimile pel trasporto sia delle mercanzie che dei viaggiatori con una considerevole maggiore spesa. Col formare due strade pel trasporto dei viaggiatori, e due per le merci si rimedierebbe a questo inconveniente, ma raddoppierebbesi la spesa di primitiva costruzione.

§. 300. Ciascuna città intermedia ricevendo e mandando per le due direzioni, dovrà avere dei luoghi destinati al carico e scarico sufficientemente vasti per ischivar gli ingombri, specialmente se si propongono per motori le macchine locomotrici, giacchè allora bisogneranno delle strade doppie ed anche triple, abbastanza sviluppate perchè le macchine possano con estrema facilità abbandonare un convoglio, riprenderne un altro, e cangiar cammino senza che ne risulti alcun imbarazzo. A Liverpool il punto di carico presenta quattro diramazioni di strada, estese fino a 5 chilom., le quali tolgono all' arrivo ed alla partenza ogni ingombro alla circolazione della strada ferrata che si riduce a due sole carreggiate sul resto della linea.

§. 301. Questa difficoltà di movimenti nei punti di scarico è uno dei grandi svantaggi delle strade ferrate. In quella da Santo Stefano a Lione si può a stento mantenere un servizio regolare nel breve tratto di 15 leghe con tre punti di scarico intermedj. Si può quindi immaginare quale sarà quella di dirigere da uno degli estremi tutto il servizio d'una strada di 120 leghe, e concepire quanta attenzione bisogni perchè non nascano errori nelle fermate, e quanta sorveglianza perchè la linea sia sem-

pre perfettamente libera, e sia tosto rimediato ad ogni inconveniente. Ove si pensi che sulla tratta ordinaria di qualche lega un sol convoglio fermato può ritardare la spedizione d'un'intera giornata, si comprenderà quante particolari cure esiga una strada ferrata di molta estensione affine di impedire che non si moltiplichino le cause dei ritardi.

§. 302. Siccome non esistono fino al dì d'oggi esempj di queste grandi linee messe ad effetto, e siccome la loro attivazione richiede degli immensi capitali, non bisognerebbe in sul principio discostarsi gran fatto da quanto fu eseguito per non arrischiare di gettarsi a tentar costruzioni la cui utilità può non essere immediata. Seguendo sempre lo stesso principio di facilitare i mezzi di comunicazione fra il centro della produzione e quello del consumo dallo stesso alimentato, il primo tentativo dovrebbe esser fatto tra Rouen e Parigi, e protratto quindi fino ad Havre od a Dieppe (1).

§. 303. La distanza da Rouen a Parigi è di 30 leghe, il doppio delle più grandi strade ferrate finora soggette ad una sola amministrazione. Sono già sulla strada che unisce queste due città 20 diligenze quotidianamente in moto, ed inoltre, adottando l'andamento più facile per Pontoise e Gisors, trovansi pochi punti intermediari importanti sulla via a vantaggio maggiore della facilità del servizio. Si potrà pensare anche a dirigere una strada per Orleans, ma per questa parte la massa dei trasporti sarebbe assai probabilmente meno considerevole che non per Rouen.

§. 304. Si può dimandare in generale quale sarà il mezzo da impiegarsi per eseguire questi grandi lavori. Si limiterà a trovare delle compagnie che se ne assumano l'esecuzione, mediante una tariffa, a tutto loro rischio e pericolo; oppure si adotterà un altro sistema in cui il governo farà una sovvenzione per una parte delle spese? Quest'ultimo sembra il loro possibile ad essere adottato, perchè vi sono delle circostanze nelle quali è necessaria la formazione di una strada di comunicazione, e per cui nul-

(1) In Italia fra Torino e Genova, Milano e Venezia, Livorno e Firenze, Roma e Napoli Ove questi primi ed essenziali tentativi prosperassero si potrebbero tentar linee che percorressero la penisola in tutti i sensi, ed alle quali la sua fisica conformazione si presterebbe. Si unirebbe Torino a Milano e Venezia, e per una linea paralella oltre il Po da essere congiunta alla prima con tratte parziali, si unirebbe Torino stesso a Piacenza, Parma, Modena e Bologna. Da ivi lungo l'Adriatico si scenderebbe a Rimini, Sinigaglia, Ancona, Barletta, Brindisi, Otranto: lungo il mar Tirreno da Genova un' altra linea toccherebbe Lucca, Pisa e Livorno, e quindi attraverso le maremme toscane, Civitavecchia e Roma, dove troverebbe il suo prolungamento in quella da Roma a Napoli per le Paludi Pontine, e da Napoli a Nocera e Salerno, a cui si sta per dare principio: finalmente un' ultima linea la più difficile, ma non però impossibile, si svilupperebbe attraverso l'Appennino a congiungere i due mari fra Ancona e Civitavecchia o se meglio torna fra Aquila e Napoli.

lameno non si possono sperare dei risultamenti abbastanza produttivi in sul principio i quali paghino un interesse equo dei capitali azzardati nell'impresa. In questo caso bisogna che lo Stato prenda l'iniziativa, e che anche la nazione contribuisca a queste grandi creazioni, giacchè sarebbe compensata delle sue anticipazioni per la maggiore estensione che prenderebbe lo sviluppo del suo commercio. Così il canale del Centro che non rese mai che un piccolissimo interesse del suo capitale primitivo di costruzione, ha aumentato prodigiosamente le relazioni commerciali del nord e del mezzodì della Francia, ed ha inoltre decuplicato il valore della parte del Carolese che attraversa. E qui farò notare che gli abitanti della riviera approfittano più volentieri di un canale che d'una strada ferrata. Sopra un canale un po'largo ogni punto può servire di porto, ed una nave fermata dovunque può caricare o scaricare senza arrestare la circolazione; su di una strada ferrata invece bisognano dei punti speciali per la fermata dei furgoni, e nulla sarebbe più assurdo dell'idea di abbandonarne il servizio alla libera volontà del pubblico. Si deduce da ciò che i proprietari dei fondi attraversati da un canale dovrebbero contribuire a tutto rigore alla sua formazione; non così per le strade ferrate, perchè esse non recano vantaggio che alle loro estremità, od a quei punti intermedj che presentano un sufficiente sviluppo commerciale per meritare una stazione di carico.

CAPITOLO QUINTO.

APPLICAZIONE DELLE MACCHINE LOCOMOTRICI ALLE STRADE COMUNI.

§. 305. Faremo qualche parola dei tentativi fatti in Inghilterra per impiegare le macchine locomotrici sulle strade comuni, posciacchè si è sparsa nel pubblico l'opinionè azzardata che questi potrebbero nuocere alle strade ferrate, e si pretese anche che potrebbero fornire un mezzo così vantaggioso per trascinare i gran pesi sulle vie comuni, da dovere ormai rinunciare alla costruzione di nuove strade a ruotaje di ferro. Finora questi tentativi nelle macchine locomotrici si limitarono a strade perfettamente mantenute, come quelle da Londra a Brigton, a Bath, a Birmingham, veri viali da giardino, dai quali il fango è diligentemente levato di mano in mano, e v'è surrogato un letto di piccola breccia frantumata di regolari dimensioni. Fra simili strade e le comuni v'ha molta differenza, perchè queste hanno una carreggiata lastricata poco unita, ed i fianchi sono d'inverno solcati dalle ruote come un campo coltivato (1). Si richiamino alla mente le precauzioni necessarie sulle strade ferrate onde assicurare un movimento regolare alle macchine locomotrici, e prevenire tutte le scosse che potrebbero guastarne l'appareccbio, e si pensi, se è possibile, l'impiegare giammai queste macchine con probabilità di riuscita sulle strade comuni senza farvi delle grandi modificazioni.

§. 306. Le strade d'Inghilterra come di Francia hanno delle pendenze

(1) In Francia come nella bassa Italia, le strade sono divise in cinque parti, vale a dire: la *carreggiata* nel mezzo selciata a grossi ciottoli, oppure lastricata a pezzi irregolari di selce; i due *fianchi* che comprendono la carreggiata larghi quant'essa e col fondo di terra e rare volte preparato con ghiaja, e servono nei tempi buoni per le vetture, ed i *marciapiedi* o margini laterali a servizio dei pedoni.

di 4 e 5 centimetri e più. Abbiam veduto che sulle strade ferrate le macchine locomotrici perdono una grandissima parte del loro vantaggio sui cavalli quando la pendenza arriva a 10 e 12 millimetri per metro. Pretenderemo noi che agiscano con maggior vantaggio dei cavalli sopra pendenze quattro o cinque volte maggiori? Certo che no. V'è di più. Supponiamo che si perfezionino tanto le macchine, che si riduca tanto il loro peso, e la spesa del combustibile, cosicchè giungano a poter essere adoperate con esito sulle nostre strade comuni; ne avverrà però sempre che tali macchine produrranno un effetto a proporzione assai più grande sopra una strada ferrata a pendenze diligentemente determinate, giacchè la resistenza totale che dovranno superare nell'uno e nell'altro caso sarà composta dalla resistenza prodotta dal pendío, e da quella dell'attrito. La resistenza prodotta dal pendío può pareggiarsi per l'una e per l'altra parte se le strade sono similmente tracciate, ma per quelle dovute all'attrito starà sempre nella ragione di 6, 60: 1 fra le strade comuni in buono stato e quelle ferrate come abbiamo veduto più sopra. Dunque l'effetto utile della macchina sarà sette volte maggiore sulle strade a ruotaje di ferro che sulle comuni, le quali non sono poi sempre in buon essere. Se sono lastricate, si avallano disugualmente; se imbrecciate bisogna spesso ricoprirle di ghiaja, la quale oppone una grandissima resistenza finchè non s'è consolidata, per cui secondo gli ingegneri inglesi, la media resistenza opposta sulle loro strade alla *Macadam* (1) deve valutarsi dodici volte maggiore di quella risultante sulle strade ferrate; e per conseguenza le macchine locomotrici non vi potranno produrre che $^7/_{12}$ dell'effetto che producono su quelle ferrate.

§. 307. Però si possono dare dei casi in cui convenga l'adottare le macchine locomotrici a preferenza dei cavalli anche sopra una strada comune, dipendentemente da ciò che le ruote delle vetture celeri guastano meno in generale le strade che non i piedi de'cavalli che le tirano; risultamento pratico che fu constatato in Inghilterra nelle informazioni assunte dalle Camere dei Comuni per fissare la tassa che dovevano pagare agli appaltatori delle strade comuni le macchine locomotrici che si provavano sulle stesse. Da queste informazioni si dedusse che rappresentando con 100 la quantità totale del deterioramento causato da una diligenza che percorra dieci miglia per ora, questa quantità totale può essere così divisa:

(1) Le strade alla *Macadam* sono simili alle comunemente e da tempi remoti usate nell'alta Italia, vale a dire, preparate con fondo di ghiaja vagliata o di breccia spezzata. Vedi in proposito l'opera di De Welz: *Primo elemento della forza commerciale. Napoli* 1826.

Variazioni atmosferiche.	«	20
Ruote	«	20
Piedi de' cavalli.	«	60
Totale.	«	100

§. 308. Quindi le riparazioni dipendenti dagli incavi formati dalle zampe de' cavalli sono molto più considerevoli che non quelle dipendenti dallo sfregamento delle ruote delle vetture, ed in conseguenza il passaggio d'una diligenza a vapore, che non opera che per mezzo delle sue ruote, guasterà meno le strade che non quello d'una diligenza a cavalli. È d'uopo inoltre notare che le diligenze a vapore devono essere munite di ruote a larghi quarti, affine di avere una adesione sufficiente contro il piano delle strade, giacchè è per questa adesione che la macchina può procedere. Queste ruote sono cilindriche e larghe dai 18 ai 24 centimetri, per cui deteriorano ancor meno le strade che non quelle delle diligenze comuni i cui quarti sono assai più stretti. In conseguenza nel supposto d'una strada ben conservata a dolci pendenze, ed in una località in cui il carbone fosse a buonissimo mercato, si avrebbe un sensibile vantaggio nella sostituzione di una macchina a vapore mobile ai cavalli; però ben rade volte queste diverse circostanze si trovano riunite.

§. 309. In una situazione simile all'ora indicata può avvenire che la massa dei trasporti tra due punti commerciali non sia abbastanza grande per pagare le spese di formazione d'una strada ferrata. L'adozione delle macchine locomotrici sopra una strada comune darebbe un termine medio, il quale potrebbe portare una bella economia ne' prezzi dei trasporti senza lo sborso di un considerevole capitale per le spese di prima costruzione, economia però sempre minore di quella prodotta dalla formazione di una strada ferrata.

§. 310. In generale noi non possiamo che ripetere qui quanto abbiamo già detto in molti punti di questo trattato. Quando vien proposto di facilitare con un nuovo mezzo di comunicazione le relazioni di due città, centri di commercio, bisogna esaminare la natura del suolo, la quantità degli attuali trasporti, l'aumento che se ne può sperare, e la concorrenza che possono opporre delle rivalità di interesse. Questo solo esame può far decider del mezzo di comunicazione che può meglio convenire alla particolare località che si vuole studiare.

FINE DEL TRATTATO DI BIOT.

APPENDICI

APPENDICE PRIMA

DESCRIZIONE DI UNA MACCHINA LOCOMOTRICE (1).

(*Tav. IV e V*).

Le parti principali di una macchina locomotrice sono il focolare e la caldaja che costituiscono il mezzo onde sviluppasi il vapore; le valvole a cassetta ed i cilindri che sono i mediatori per cui agisce la sua forza d'elasticità, e le manovelle e le ruote per via delle quali trasmettesi alla macchina il moto degli stantuffi. Descritte queste parti principali faremo parola anche delle secondarie, ed indicheremo la situazione particolare di ognuna di esse.

ARTICOLO PRIMO.

Caldaja.

La figura 3 dà una idea completa della caldaja. Vi si scorge il corpo della macchina composto di tre distinte parti: quella che sta a' diritta o nel dinanzi della macchina, da cui innalzasi il fumajuolo C, è separata per mezzo di una parete *tt* dalle altre due, le quali insieme costituiscono la caldaja, e sono riempite d'acqua fino ad una data altezza *cd*. Una parte però della loro interna capacità è occupata dal fuoco come or ora spiegheremo.

Nel compartimento posteriore sta una cassa quadrata contenente il combustibile, la quale costituisce il focolare della macchina. Attorno attorno le

(1) Dall'opera del cavaliere F. M. Guyonneau de Pambour. *Trattato teorico e pratico delle macchine locomotrici.*

sue pareti sono doppie, e lasciano uno spazio *q q* che comunica liberamente col restante della caldaja, e trovasi in conseguenza ripieno d'acqua. La fodera interna che forma la cassa, è sostenuta nella caldaja, e riunita alla stessa col mezzo di robuste chiavarde, il cui scopo è quello di ajutare la solidità di questa parte di caldaja, la quale per non essere cilindrica offre minor robustezza.

A questo modo la cassa del focolare essendo situata entro la caldaja, sarebbe circondata d'acqua d'ogni parte, se non fosse l'apertura *l* che ne costituisce la porticella, e il piano inferiore *n n* che resta occupato da una gratella di cui *n n* raffigura una delle spranghe. Questa gratella comprendesi meglio nella fig. 4 che mostra la stessa cassa del focolare sezionata per traverso.

Dal lato della porticella *l* sui cosciali del carro della macchina sta fissa una grossa tavola, rappresentata con B B nella fig. 1, la quale serve a portare il macchinista, e immediatamente dopo la macchina seguita il traino d'approvigionamento dell'acqua e del carbone. A questo modo riesce facile al condottiere di gettare a norma del bisogno del coke nel focolare per la porticella *l*, e di far passare dell'acqua nella caldaja quando occorra, col mezzo di una tromba premente messa in moto dalla macchina stessa di cui parleremo più sotto (1).

Come si è detto, la parte inferiore *n n* del focolare è occupata da una gratella restando in tal modo aperta all'esterno. È di là che giunge l'aria necessaria alla combustione. Il carbone posto nel focolare, cade su quella gratella dove resta sostenuto. Acceso il fuoco e chiusa la porticella *l* la fiamma si trova racchiusa nel focolare, d'onde non avrebbe uscita alcuna, se un gran numero di piccoli tubi *é è*, la cui disposizione scorgesi ancor meglio nella fig. 4, non la portasse fino al fumajuolo, facendole attraversare in tutta la sua lunghezza la parte cilindrica della caldaja.

Ne viene da questa costruzione che trovandosi il fuoco circuito d'acqua d'ogni parte nel focolare, nessuna delle sue particelle calorifere va perduta; ma la fiamma seguitando la sua via verso il fumajuolo, attraversa tutti

(1) Una delle modificazioni introdotte in questi ultimi tempi nella macchina locomotrice consiste nell'avere apposta al focolare una specie di tramoggia di lamiera, nella quale si versa il carbone ed il coke ridotto a pezzi di regolare grossezza, in vece di gettarlo immediatamente nella cassa del fuoco per mezzo della porticella *l* succennata. Questa tramoggia per una misurata apertura inferiore somministra il combustibile al focolare a poco a poco e continuamente per le lievi scosse che riceve dalla macchina nel suo corso, e così la combustione vi è alimentata in modo più regolare e perenne, che non avviene col metodo ordinario di versare colla pala il carbone dalla porticella, giacchè il carbone versato in una certa quantità deve interrompere, finchè non siasi acceso, egli pure la regolare combustione; e l'azione del fuoco, ed in conseguenza quella della macchina riescir deve, per così dire, intermittente.

i piccoli tubi di cui parlammo, e presenta così all'acqua della caldaja una considerevole superficie di contatto, nè la abbandona finchè non le ha comunicato, per quanto è possibile, tutto il suo calorico. Giunta poscia all'estremità ē dei tubi sfugge liberamente pel fumajuolo C.

Scorgesi quindi che il calorico viene applicato sotto due aspetti differenti. L'acqua che circonda la cassa del focolare, resta in contatto immediato col combustibile, ed è perciò soggetta all'azione del calorico raggiante: quella del corpo della caldaja non riceve calore che pel contatto della fiamma e dell'aria calda che si spande dal focolare nei tubi, onde non resta esposta che ad un calorico di comunicazione.

ARTICOLO II.

Cilindri.

La seconda parte importante della macchina è il congegno delle valvole a cassetta e dei cilindri, la cui disposizione è pure dimostrata dalla fig. 5.

Nella parte superiore della caldaja, vale a dire in quella occupata dal vapore, è un largo tubo VV', che resta aperto ad una delle estremità V, e si prolunga, attraversandola, fuori della caldaja. È questo il tubo che porta il vapore nei cilindri. In V' nel suo interno sta un robinetto o regolatore, il cui dettaglio è espresso nelle fig. 16 e 17, il quale ha una impugnatura che sporta dalla macchina, ed è indicata in T, col girare più o meno della quale si può aprire o chiudere a volontà il passaggio al vapore.

Producendosi esso in gran copia nella caldaja, nè trovando uscita, alzasi ad un grado considerevole di forza elastica, e quando si apre il robinetto V' penetra nel tubo per l'apertura V, e seguitando per esso giunge in V''' all'imboccatura della cassa della valvola X, la quale si muove assieme colla macchina, apre successivamente la comunicazione al vapore per l'uno o per l'altro capo dei cilindri, e spinge alternativamente gli stantuffi innanzi indietro ne' cilindri stessi, disposti orizzontalmente al di sotto del fumajuolo nel quale il passaggio della fiamma e le pareti sue stesse difendono il vapore dall'azione condensatrice dell'aria fredda, e lo mantengono al grado conveniente di calore.

La direzione della freccia indica la circolazione del vapore che vedesi passare dall'apertura V fino alla cassa della valvola X, la quale nella situazione quivi rappresentata lascia aperto il passaggio 1 al vapore, per cui

lo stantuffo P è spinto nella direzione della freccia. Nell' istante successivo il passaggio 2 sarà aperto a sua volta, e lo stantuffo verrà spinto in direzione opposta. Il vapore compito il suo effetto passa nel tubo V' che lo guida nel fumajuolo d'onde s'alza nell' atmosfera.

La presa del vapore si fa succedere in V in un punto a bella posta rilevato, perchè nè pel suo bollire nè per le scosse della macchina, l'acqua della caldaja non possa entrare nel tubo V (1).

ARTICOLO III.

Manovelle e ruote.

Le aste degli stantuffi essendo dunque poste in movimento, come ora spiegammo, e scorrendo fra guide che mantengono la loro direzione rettilinea ed orizzontale, comunicano un moto di rotazione alla sala delle due ruote posteriori che sono le maggiori dalla macchina. La trasformazione del moto alternativo in moto circolare effettuasi col mezzo di un collo o manovella, formata coi principj stessi del molinello comune che girasi col piede, come vedesi chiaramente espresso nella fig. 5. Il vapore spingendo, e richiamando alternativamente lo stantuffo, fa girare la manovella *ys* e conseguentemente la sala e la ruota che vi è unita. Però siccome nel moto indicato vi sono due punti in cui la forza alternativa che pone la manovella in moto, non ha maggior tendenza a girare per un verso piuttosto che per un altro, il che ha luogo quando il braccio della manovella trovasi orizzontale, ossia nella direzione stessa di quello della valvola; così si ha riguardo di porre le due manovelle corrispondenti ai due stantuffi rispettivamente ad angolo retto l'una all'altra. Con ciò si ottiene che l'una è sempre nella più favorevole circostanza quando l'altra cade nella più sfavorevole, e la forza della macchina riesce costante. Essendo i due cilindri, come dissimo più sopra, posti sotto la caldaja; le aste degli stantuffi restano in comunicazione diretta colle manovelle le quali alla perfine non sono che piegature della sala. Posta una volta in moto la sala le due ruote che formano colla stessa un corpo solo, girano di consenso; e conseguentemente la macchina progredisce appunto come

(1) Nelle ultime macchine costrutte a Brussella la cupoletta corrispondente alla presa del vapore fu portata presso il fumajuolo onde impedisse meno la visuale al macchinista. In quel caso l'asta del regolatore fu prolungata, ed accorciato il tubo V'V". Al posto della cupoletta delle macchine di Liverpool fu a sua vece situato il foro U per cui entrasi a ripulire la caldaja.

può fare una vettura a cui si facessero girare le ruote spingendone i raggi.

Il punto d'appoggio del moto trovasi unicamente nell'aderenza fra le ruote e la ruotaja, la quale fa sì che si avanzi in vece di strisciare. Questa forza però non potrebbe bastare in certi casi. Allora si aumenta facendo le quattro ruote eguali, e riunendo assieme a due a due quelle della stessa parte col mezzo di spranghe ferree esteriori. Una d'esse spranghe è rappresentata dalla fig. 5, dove C indica il prolungamento della sala fuor della ruota. Il pezzo C *o* è unito al prolungamento della sala, e gira di necessità con lui. Il punto *o* è un ginocchio o bottone sferico che si muove in corrispondente incavo, appositamente formato nello spessore della spranga: *m* è un vasetto a sifone pieno d'olio che lascia cadere goccia a goccia sulla giuntura. I due pezzi *n n* sono viti per mezzo delle quali si può all'uopo allungare o scorciar l'asta, la quale all'altro capo è affatto similmente costrutta, e nello stessissimo modo si unisce all'estremità dell'altra sala. Ne risulta che quando gira la ruota e con lei la sala C, strascina seco la manovella C *o*, e comunicando lo stesso moto all'altro capo della spranga, fa sì che giri pure la manovella della seconda sala. Così il moto del meccanismo comunicasi dalle due ruote posteriori alle anteriori altrimenti libere, e la macchina trae aderenza da tutte quattro le ruote (1).

ARTICOLO IV.

Valvole di sicurezza.

Le tre parti precedentemente descritte formano il fondamento del congegno della macchina. Gli altri pezzi che verremo descrivendo, non sono che accessori, vale a dire, destinati a far agire le parti descritte.

La caldaja ha due valvole di sicurezza E, F (fig. 1), l'una delle quali è talvolta racchiusa in una scatola, perchè il macchinista non possa toc-

(1) Questa disposizione della macchina se riesce a vantaggio del suo potere di trazione aumentando la forza d'aderenza, arreca però scapito alla sua velocità, difficoltando la libertà ne' suoi movimenti, per cui macchine così costrutte si riserbano pel trasporto de' pesanti carichi di mercanzie pei quali non si richiede una massima velocità, e pe' rinforzi ai passaggi di qualche pendìo, come si pratica al Rainhill sulla strada di Liverpool. Le macchine di Brussella poi hanno sei ruote, cioè quattro oltre le impellenti che sono situate nel mezzo, e ciò per poter dare maggior capacità e potenza alla macchina, e caricar meno del suo peso le ruote e le ruotaje.

carla nè sopraccaricarla, come può essere tentato di fare onde ottenere dalla macchina un più potente effetto anche a rischio di rovinarla. Generalmente però non s' è fatto carico di questa precauzione a motivo della sua incomodità.

Un fluido elastico, racchiuso in un recipiente, esercita sulle sue pareti una pressione per ogni verso che risulta, ed è la misura della sua forza d' elaterio. Ora se ad ogni istante in questo vaso si andrà producendo del vapore, questa forza si andrà man mano aumentando, finchè superando la forza di coesione delle pareti del recipiente lo spezzerà con un terribile scoppio. È per ovviare a questo pericolo che si idearono le valvole di sicurezza, che altro non sono che fori chiusi ermeticamente con un pezzo mobile, caricato d'un peso il quale viene determinato dalla quantità di forza elastica di cui s' ha bisogno, e dalla coesione che può opporre la materia di cui è formata la caldaja. Quando il vapore racchiuso nella stessa esercita sul turacciolo mobile una pressione eguale a quella del peso ond'è caricato, che agisce in direzione contraria, allora il turacciolo comincia ad alzarsi, e s' apre interamente se il vapore si aumenta. È però ad avvertirsi che oltre la pressione del peso del turacciolo, v'è pur quella dell' atmosfera che s' oppone alla forza interna del vapore, per cui se il peso del quale caricasi la valvola, corrisponderà, per esempio, a cinque chilogrammi per centimetro quadrato, la potenza del vapore necessaria a smoverla dovrà corrispondere a sei chilogrammi, essendo la pressione atmosferica espressa da chilogrammi 1,033 per centimetro quadrato. Si suole chiamare pressione effettiva quella che risulta facendo astrazione della pressione atmosferica.

Le macchine locomotrici agendo all' incirca sotto la pressione effettiva di quattro atmosfere, e le valvole avendo almeno 6 centimetri e mezzo di diametro ossia una superficie di 30 centimetri quadrati, abbisognerà per l' equilibrio un peso di 120 chilogrammi. Un simil peso rendendo troppo difficile il maneggiare la valvola a mano, s' è pensato a supplirvi con una leva, la quale portasse un peso alla sua estremità. Anzi siccome questo peso pel moto della macchina sussultando lasciava l' adito all' uscita di parte del vapore dalla caldaja, si è ad esso surrogata una molla che preme contro questo braccio di leva con una forza eguale a 120 chilogrammi, la quale può essere aumentata o diminuita per mezzo di una vite premente la molla stessa.

ARTICOLO V.

Livello per riconoscere l' altezza dell' acqua nella caldaja.

Alla macchina va pure unito un livello per segnare l' altezza dell' acqua nella caldaja. È un tubo di vetro *m n*, fig. 6, incassato alle due estremità in due vere a robinetto *a a* le quali comunicano coll' interno della caldaja. Se si aprono i due robinetti *r r*, vi penetra l' acqua, e si pone all'altezza che ha nell' interno. Si può l'acqua del livello scaricare pel robinetto *s*. Questo istromento indica al macchinista quando la macchina ha bisogno di essere alimentata dalla tromba; e siccome per deficienza d' acqua nella macchina facilmente soffrono i tubi, e le altre parti della caldaja screpolansi e perdono le saldature, pongonsi per maggior precauzione due e talvolta tre robinetti a differenti altezze nei fianchi della caldaja, i quali aperti di tratto in tratto possono indicare più positivamente l' altezza dell' acqua nella caldaja.

ARTICOLO VI.

Valvole a cassetta.

Abbiamo detto che le valvole a cassetta ammettono successivamente il vapore dinanzi e dietro allo stantuffo d' ogni cilindro, d' onde ne viene il moto alterno che dà origine al moto progressivo della macchina. Quando il macchinista ha aperto il regolatore, e lascia libero il passaggio del vapore nei condotti, esso precipita dalla caldaja pel tubo V (fig. 7) nella cassa delle valvole, e premendo con tutta la sua forza la parte superiore X della valvola, l' obbliga a mantenere un perfetto contatto colla superficie piena sulla quale scorre nell' eseguire il suo movimento. Quando la valvola è nella situazione rappresentata dalla figura, il vapore prende la strada 1, ed agendo sulla parte anteriore dello stantuffo, lo spinge nella direzione della freccia. In questo frattempo il vapore che stava nella parte posteriore dello stantuffo, se ne sfugge pel condotto 2, il quale allora comunica coll' esterno per mezzo della uscita *e*. Terminata questa prima azione, la valvola è spinta dalla sua leva *l* nella situazione segnata a linee punteggiate. In questo caso è il condotto 2 che trovasi aperto al vapore proveniente dalla caldaja. Lo stantuffo resta quindi spinto in direzione opposta al suo primiero moto, mentre il con-

dotto I comunicando a sua volta colla uscita *e* lascia libero esito al vapore che ha cessato il suo effetto. Così continuando il moto, la valvola passa da una posizione all'altra, ora aprendo or chiudendo alternativamente i passaggi, perchè il vapore agisca or sulla parte anteriore or sulla posteriore dello stantuffo. Finalmente il vapore passa nel fumajolo per accrescervi la corrente d'aria destinata ad animare il fuoco del focolare.

Il moto della valvola seguitando sempre quello dello stantuffo, lo precede però di qualche istante, vale a dire che in luogo di aprire la comunicazione del vapore colla nuova faccia dello stantuffo proprio nel momento che esso sta per cambiare direzione di moto, l'apre un istante prima. Così nel punto che lo stantuffo comincia il suo moto retrogrado, il vapore ha già acquistata piena azione sopra di lui.

ARTICOLO VII.

Eccentrici.

Il moto alterno delle valvole a cassetta è prodotto dallo stesso vapore. Ecco in qual modo:

Alla sala è attaccato un eccentrico, il quale mosso nel suo girare fa che l'asta della valvola sia alternativamente spinta e richiamata.

Questo effetto è fatto palese dalle fig. 8 e 9. Il punto O è il centro della sala di cui vedesi lo spaccato a tratti: il punto *m* è il centro dell'eccentrico tratteggiato con linee opposte. È evidente che girando la sala trae seco l'eccentrico, e fa descrivere al punto *m* un circolo attorno al punto O. In questo moto passando il punto *m* successivamente a diritta ed a manca del centro O, deve di necessità spingere e ritirare l'asta L che agisce sulla valvola a cassetta.

D'altra parte il punto C raffigurando il capo della manovella o ripiegatura della sala messa in moto dallo stantuffo, comprenderassi che quando il vapore fa andare lo stantuffo da una estremità all'altra del cilindro, la manovella descrive una mezza rivoluzione, e la descrive pure la sala O, e quindi il punto *m* il quale tira l'asta *L* della valvola.

Così disposte le cose con questa prima operazione la valvola permette il passaggio del vapore sulla faccia opposta dello stantuffo, il quale riculando fa fare un nuovo mezzo giro alla sala, onde la valvola trovasi ricondotta alla sua prima posizione conveniente alla nuova corsa, e così di seguito.

L'effetto del moto alternativo dell'asta della valvola per mezzo del

moto rotatorio dell' eccentrico ottiensi mediante un anello di metallo $n\ n$ fisso al capo dell' asta nel quale gira l' eccentrico con dolce sfregamento. A questo modo a misura che il gran raggio dell' eccentrico passa nel girare da una parte all' altra del centro O, trae con sè l' asta attaccata all' anello, e gli comunica il moto alternativo.

L' eccentrico fa in questo caso la funzione di una manovella comune per cambiare il moto rotatorio della sala nel moto di traslazione della valvola, col principio inverso di quello per cui il moto rettilineo dello stantuffo cambiasi nel moto circolare della sala, se non che l' eccentrico fa le veci della piegatura o collo della sala stessa.

Però stantecchè per la disposizione della macchina l' asta della valvola non trovasi nello stesso piano della sala, l' eccentrico non comunica immediatamente il suo moto all' asta, ma per l' intramezzo di una leva a bilancia L' K l' col punto fisso in K, il che fa che quando l'eccentrico retrocede, l'asta avanza, e così alternativamente come indica la figura.

Il paragone tra le figure 8 e 9 che rappresentano l' eccentrico in una posizione diversa di un quarto di rotazione l'una dell'altra, spiegherà meglio questo effetto.

Esaminando bene il congegno della valvola (fig. 9) vedesi che quando passa da una situazione all'altra, e che trovasi appunto in una media positura, v' è un istante in cui trovansi chiusi contemporaneamente tutti i passaggi al vapore. Questo effetto ha luogo nel momento in cui la valvola cambia il passaggio del vapore, e corrisponde al punto in cui lo stantuffo sta per mutar direzione, la qual coincidenza ha luogo (a parte il piccolo precorrimento accennato della valvola), perchè il raggio dell' eccentrico è ad angolo retto con quello della manovella. Così quando la valvola è nella posizione media, vale a dire che è per cambiare la comunicazione del vapore, lo stantuffo è nel fondo del cilindro, vale a dire prossimo a cambiare la direzione del moto.

Il meglio vantaggio di questa disposizione dell' eccentrico ad angolo retto colla manovella, è questo, che trovasi in pieno moto nell' istante in cui lo stantuffo trovasi in capo del cilindro, vale a dire che la valvola è nel momento della massima rapidità di moto nell' istante in cui deve aprire o chiudere i passaggi, condizione necessaria perchè non abbiavi tempo perso nell' effetto alternativo del vapore.

ARTICOLO VIII.

Direttori del moto.

Finora non accennammo che una sola valvola a cassetta: come però dissimo esservi due cilindri, ne viene di conseguenza dovervi essere due valvole e due eccentrici. D'altronde i due stantuffi agendo con moto alternativo, vale a dire dando movimento a due manovelle l'una all'altra perpendicolare, anche i raggi dei due eccentrici devono essere tra di loro perpendicolari. Questa disposizione scorgesi nelle fig. 10 e 11 che mostrano di fronte il pezzo che forma i due eccentrici il quale a maggiore chiarezza fu segnato a tratti.

Questo pezzo devesi, come abbiamo indicato, muovere colla sala, ed essere guidato dalla stessa: però se ei ne fosse inseparabile, la sua positura potrebbe bensì convenire a caso in cui la macchina dovesse camminare avanti, e non a quello in cui dovesse retrocedere; giacchè, come vedremo, per questi due moti l'eccentrico deve esser fisso in due differenti situazioni.

Egli è dunque mobile sulla sala, come una puleggia sul suo asse, ma può esservi fermato a piacere. A tal uopo le sue faccie laterali portano scolpiti due fori rappresentati in *o*, ed *o'*, e la sala stessa porta due sporgenze *r r'* che chiameremo *direttori del moto*. L'eccentrico posto sulla sala tra questi due direttori si può spingere con una leva vuoi contro l'uno, vuoi contro l'altro, finchè il direttore imbocchi il foro che gli è riservato. Se questi due direttori sono situati in modo che l'uno convenga al moto progressivo, l'altro al retrogrado della macchina, si potrà, svincolando l'eccentrico dell'uno per portarlo sull'altro, far andare la macchina a piacere in avanti od indietro.

Non è difficile di trovar la situazione che deve avere l'eccentrico sulla sala, sia per il moto progressivo, sia per il retrogrado.

Supponiamo che facendo scorrere dolcemente la macchina si ottenga di portare uno degli stantuffi proprio nel mezzo del cilindro, e che al tempo stesso la manovella su cui esso stantuffo agisce, trovisi nella sua situazione verticale al di sopra della sala, come vedesi alla fig. 3. È evidente che onde la macchina avanzi, bisogna che il vapore spinga lo stantuffo in avanti, giacchè in tal caso egli guiderà la manovella e quindi le ruote in quella direzione; bisogna cioè che la valvola a cassetta ammetta il vapore pel condotto 1, come è indicato nella figura, e che il

raggio dell'eccentrico sia orizzontale e posto dietro la sala, come è rappresentato nella fig. 8. È dunque in questo stato che il direttore deve fermar l'eccentrico pel moto progressivo.

Restando la macchina nella stessa situazione, supponiamo al contrario che vogliasi disporla pel moto retrogrado. In tal caso bisogna che il vapore agisca sulla faccia opposta dello stantuffo, ovvero che venga aperto il condotto 2, il che suppone che la valvola sia tirata indietro e l'eccentrico per conseguenza in avanti.

È dunque in tal positura orizzontale ed anteriore che deve esser fermato l'eccentrico al direttore pel moto retrogrado, positura espressa nella fig. 11. Facendo mente alla manovella a diritta scorgesi che mentre essa è verticale e superiore alla sala, il direttore r alla diritta, ed il foro che lo riceve trovansi indietro e nascosti dalla sala: quindi l'eccentrico trovasi orizzontale e anteriore, positura che vedemmo convenire al moto retrogrado.

Se al contrario si suppone che l'eccentrico sia spinto contro dell'altro direttore r', vedesi che non essendo il foro o' dell'eccentrico corrispondente in faccia al direttore, e quindi non potendovisi impernare, la sala dovrà fare un mezzo giro prima che il direttore vi s' incontri. Ne consegue che facendo sempre attenzione alla manovella a dritta, essa sarà giunta al disotto della sala, mentre l'eccentrico sarà ancora davanti; posizione conveniente al moto progressivo, essendo analoga a quella delle manovelle al disopra della sala e dell'eccentrico all'indietro che spiegammo più sopra.

Vedesi dunque che i due direttori r ed r' delle figure 10 e 11, essendo ad angolo retto fra loro, e colle manovelle delle sale convengono l'una al moto progressivo, l'altro al retrogrado.

Questi due direttori essendo stabilmente fissi alle sale, l'uno da una banda, l'altro dall'altra dell'eccentrico, è evidente che spingendo questo pezzo mediante una leva o sull'uno o sull'altro dei due direttori, l'effetto del vapore sullo stantuffo sarà tosto quello di portar la macchina innanzi o indietro a norma del direttore in cui sarà impernato. La leva che opera questo spostamento dell'eccentrico, presenta la sua impugnatura alla portata del macchinista.

Oltre queste diverse disposizioni perchè l'uomo che guida la macchina, possa all'uopo muovere egli stesso a piacimento le valvole a cassetta, indipendentemente d'ogni movimento delle sale, le aste degli eccentrici non sono stabilmente congiunte a quelle delle valvole, ma soltanto unite assieme mediante un collo od addentellatura, come vedesi in L' figura 12

e 15. Per mezzo d'una leva che agisce sulla piccola verga *om'*, il macchinista può sollevar l'asta degli eccentrici e liberar l'addentellatura, come vedesi nella figura 15. In tal caso le valvole possono moversi indipendentemente delle sale. È quindi facile per mezzo di due impugnature indicate da PP nella figura 1, il dare alle valvole quel moto che si desidera.

ARTICOLO IX.

Trombe.

Inferiormente al corpo della macchina sono due trombe *p* figura 1, che servono ad alimentare d'acqua la caldaja. Ognuna d'esse è situata immediatamente al disotto dell'asta dello stantuffo d'ogni cilindro, ed è quest'asta istessa che fa agire lo stantuffo delle trombe comunicandogli il suo moto. Ogni tromba aspira per un verso l'acqua del convoglio nel suo recipiente, e per l'altro la spinge nella caldaja ne'modi ordinarj. Se ne impiegano due per assicurarne l'effetto, onde se l'una si guasta vi supplisca l'altra.

Le valvole di queste trombe sono ingegnosamente formate da piccole sfere metalliche, di cui la prima basa sopra una scodella circolare forata, alla quale si applica sempre ermeticamente, e la seconda si move in un cilindro le cui pareti sono forate a quattro lati pel passaggio dell'acqua. Esse valvole sono rappresentate nella figura 14. L'acqua introducesi nell'interno del cilindro dal disotto della palla sferica *e* che solleva e si spande nel recipiente delle trombe, donde per l'altra valvola *e'* che spinge alzando, si versa nel corpo della caldaja. Questa forma di trombe non manca mai del suo effetto, e devesi al signor Melling, costruttore e riparatore di macchine della compagnia di Liverpool.

ARTICOLO X.

Regolatore.

Il regolatore di cui parlammo più sopra, e pel cui mezzo si può più o meno aprire il passaggio del vapore dalla caldaja ai cilindri, è rappresentato nelle figure 16 e 17, e consiste in due dischi ermeticamente sovrapposti l'uno all'altro, ciascuno dei quali ha un foro d'egual grandezza. Il disco inferiore è immobile e chiude il tubo di uscita del vapore, il superiore si move per mezzo d'un'anima e d'un manico T che si prolunga fuori della macchina. L'anima *r* attraversa il disco immobile, e

serve a riunire assieme i due dischi. Nella figura 17 sono distinti fra loro per mezzo di scalfiture in senso contrario. Facendo movere col mezzo dell'impugnatura T circolarmente il disco superiore sull'inferiore, si può portare l'un foro in esatta corrispondenza coll'altro, come è espresso nella figura 16, ed allora il passaggio è interamente aperto: ma se non si gira che in parte, come indica la situazione punteggiata nella figura 17, il passaggio non resta aperto che in parte; infine se le due aperture non si corrispondono fra loro, resta intercettata ogni comunicazione. In questo caso è il vapore stesso che tiene i due dischi in immediato contatto l'un dell'altro premendo con tutta la sua potenza contro il superiore.

Questo regolatore si costruisce pure differentemente, talvolta a guisa de'robinetti ordinarj a due fori: ma la disposizione accennata è la più in uso.

ARTICOLO XI.

Giunture.

In tutte le giunture od articolazioni di qualche importanza, l'olio è mantenuto senza interruzione per mezzo d'un imbuto a sifone posto superiormente, come vedesi rappresentato in *m* figura 5. Quest'imbuto ha nel fondo un piccol tubo che penetra fino ad un capo della giuntura, ed è trapassato da filacci di cotone che pescano d'una parte nell'olio. Questi filacci formando per effetto della capillarità sifone, assorbono costantemente l'olio dall'imbuto, e lo versano goccia a goccia nella giuntura che resta a questo modo umettata perennemente.

ARTICOLO XII.

Gratella del focolare.

Da ultimo la gratella del focolare non è fatta d'un pezzo: ma consta di tante spranghe indipendenti che si dispongono appoggiate alle loro estremità fig. 15. Questa disposizione ha il vantaggio che si possono rinnovare ad una per volta man mano che vengono corrose dal fuoco. Inoltre se succede per qualche caso che la caldaja perda rapidamente l'acqua il che metterebbe in pericolo la macchina, si può per mezzo d'una molla rovesciare con facilità tutte queste spranghe, ed estinguere per conseguenza immediatamente il fuoco, lasciandolo cadere sulla strada assieme colle spranghe che lo portano. È pure in questo modo che tutte le sere si vuota il focolajo quando la macchina ha finito il suo lavoro.

ARTICOLO XIII.

Disposizione complessiva di tutte le parti della macchina.

Questa descrizione troverassi completata col mostrare sull'insieme della macchina rappresentata colle figure 1 e 2 il posto delle diverse parti or ora descritte.

A Parte della caldaja che contiene il fuoco.

BB Tavola che porta il macchinista e il suo ajutante.

C Fumajuolo della macchina.

D Situazione dei cilindri.

E Prima valvola di sicurezza.

F Seconda valvola di sicurezza.

G Livello d'acqua.

H Robinetti di sicurezza.

I Estremità dell'asta dell'eccentrico.

J Guide orizzontali fra le quali scorre l'asta dello stantuffo per assicurare il suo moto nell'esatta direzione dell'asse del cilindro.

K Leva a bilanciere che comunica il moto dell'asta dell'eccentrico a quella della valvola a cassetta.

L Addentellatura d'ingranaggio dell'asta dell'eccentrico colla leva K.

MM Verga mediante la quale il macchinista può sollevare l'asta dell'eccentrico, e buttarla fuori del suo ingranaggio col bilanciere della valvola, effetto che si ottiene col mezzo della leva ripiegata *mm'* che alza l'asticciuola *om'* e quindi l'asta dell'eccentrico.

N Impugnatura a leva che serve pel congegno della verga MM.

PP Leve per movere le valvole a cassetta quando sono liberate dagli eccentrici. Queste leve che hanno l'asse in Q, fan muovere le due branche RR, le quali per mezzo delle due verghe SS comunicano il moto alle altre branche *r r*, e queste alle aste delle valvole a cui sono unite.

T Impugnatura del regolatore che serve ad aprire più o meno i condotti per cui il vapore passa dalla caldaja ai cilindri.

V Serbatojo del vapore in cui s'ammassa il fluido per passare ai cilindri quando il regolatore sia aperto.

U Apertura chiusa ermeticamente da una forte piastra che serve al passaggio d'un uomo nella caldaja per le occorrenti riparazioni.

XXX Pezzi di ferro mediante i quali la macchina viene portata sulle travature YY.

ZZ Molle che appoggiano in *aa* sulle boccole delle ruote per mezzo di due spine verticali che attraversano le travature YY. A queste molle è sospesa la macchina e la sua intelajatura.

bb Guide fra le quali può muoversi la boccola delle ruote a misura che la molla piega più o meno sotto il peso della macchina. La parte superiore delle boccole delle ruote porta anch' essa un piccolo serbatojo d' olio scolpito nel suo spessore, in cui è un tubo e dei filacci a sifone che tengono costantemente unta la sala nel sito del suo sfregamento.

c Tubo flessibile di canape rafforzato nel suo interno da una molla a spirale pel cui mezzo l' acqua del convoglio d'approvigionamento giunge alla tromba della macchina qualora aprasi un robinetto fisso al convoglio stesso.

p Tromba della macchina che è posta in continua azione dall'asta stessa dello stantuffo, ma che non può spinger l'acqua nella caldaja, se non quanto è aperto il robinetto summenzionato.

p' Impugnatura ed asta del robinetto di sicurezza delle trombe che serve ad assicurare che l' acqua arrivi effettivamente nel corpo della stessa. Questo piccolo robinetto comunica col di fuori, onde quando è aperto e che la tromba agisce a dovere, vedesi un piccolo spruzzo d' acqua uscire della sua apertura che indica se la macchina ha il suo effetto.

ee Testa coperta di cuojo ed imbottita di crini per ammorzare gli urti che potrebbe dare o ricever la macchina.

f Robinetto per cui mezzo si può vuotar l' acqua che può per caso essere introdotta nei cilindri.

g Apertura praticata nel doppio fondo del focolare, e chiusa da un turacciolo metallico a vite, levando il quale puossi introdurre un raspatojo, oppure injettarvi con forza dell' acqua per mezzo d' una tromba, affine di togliervi i depositi terrei che l' acqua vi lascia costantemente. Questo pulimento si eseguisce presso a poco una volta alla settimana.

h (figura 2) Piastra mobile che schiude l' interno del fumajuolo. Veggonsi allora allo scoperto le estremità dei tubi della caldaja, i cilindri, le valvole a cassetta ed i condotti che portano il vapore dalla caldaja alle casse delle valvole stesse, come pure quelli che da esse le portano all' imboccatura del fumajuolo, d'onde questo vapore sfugge nell' atmosfera.

ARTICOLO XIV.

Proporzioni della macchina.

Il peso e le dimensioni delle diverse parti che compongono una macchina, variano a seconda dello scopo per cui la macchina stessa fu costrutta, vale a dire, se ricercasi dalla stessa un prodotto di massima potenza o di massima velocità. Lo spessore delle parti della caldaja determina il grado di tensione a cui si può spingere il vapore nella stessa senza tema di pericolo; le dimensioni della caldaja ed il suo rapporto colla superficie del focolare il quale le somministra il calorico raggiante od immediato, e col numero ed il diametro dei tubi che la attraversano, i quali le somministrano il calorico di comunicazione o mediato, ne determinano la forza di vaporizzazione. Così aumentando il diametro dei cilindri entro cui scorrono gli stantuffi e la lunghezza del passo degli stantuffi stessi, mentre dall'un lato si accresce la massa di vapore agente ad ogni pulsazione, dall'altra non variando nella macchina la forza di produzione del vapore ne nasce che le pulsazioni stesse riescono più lente. Così il diametro delle ruote impellenti se influisce da una parte sulla velocità della macchina, giacchè a pari numero di pulsazioni degli stantuffi descriveranno circonferenze maggiori, e quindi le faranno percorrere uno spazio più grande; d'altra parte reca scapito alla potenza della macchina stessa aumentando la quantità d'attrito che ad ogni pulsazione deve superare. Però sonvi dei limiti fuori dei quali non conviene andare per non incorrere pericolo o di aggravare di troppo le ruotaje, o di rendere traballante la macchina coll'accrescerne di soverchio il volume, e coll'ingrandire il diametro delle ruote impellenti per raggiungere una fortissima velocità.

Le macchine usate sulla strada famosa da Liverpool a Manchester si possono dividere in quattro classi, delle quali le prime due, comecchè più pesanti e che hanno maggiore il diametro dei cilindri e minore quello delle ruote, sono più potenti per trascinare gravi pesi, e servono specialmente per le mercanzie; le altre due classi più lievi e suscettibili di maggiore velocità, servono meglio al servizio dei viaggiatori.

Eccone le caratteristiche e principali dimensioni:

Classi	Diametro dei cilindri	Passo degli stantuffi	Diametro delle ruote impellenti	Peso	Tensione effett. nella caldaja in chilog. per centim. quad.
	centimetri	centimetri	metri	tonnellate	chilogrammi
1.ª classe	35,6	40,6	1,37	12	3,6
2.ª classe	30,5	40,6	1,53	12	3,6
3.ª classe	27,9	40,6	1,53	8 a 9	3,6
4.ª classe	29,9	45,7	1,55	8 a 9	3,6

Fra le trentadue macchine che furono costruite per quella strada fino all'anno 1834, delle quali a quell'epoca ne erano ancora trenta in attività,

2 appartenevano alla 1.ª classe.
4 alla 2.ª
16 alla 3.ª
2 alla 4.ª

le altre 8 erano ancora di vecchia e difettosa costruzione.

Presentiamo a maggiore istruzione il seguente specchio, in cui sono dimostrate le principali dimensioni delle dodici migliori macchine che facevano ivi il servizio in quell'anno.

PROSPETTO

delle dimensioni delle dodici migliori macchine sulla strada di Liverpool.

Nome e numero della macchina	Diametro del cilindro	Lungh. del passo dello stantuffo	Diametro della caldaja	Lungh. della caldaja e dei tubi	Numero dei tubi	Diametro dei tubi	Superficie del cofano del focolare, o superficie esposta all'azione del calorico raggiante	Superficie dei tubi o superf. esposta all'azione del calorico di comunicazione	Area della gratella del focolare	Quantità di combustibile contenuta nel focolare sino all'altezza dell'ultimo rango di tubi	Diametro del fumajolo
	centimet.	centimet.	metri	metri		centimet.	metri quadr.	metri quadr.	metri quad.	metri cubi	metri
Sansone . n.° 13	35,6	40,6	1,068	2,135	140	4,1	3,735	38,729	0,699	0,310	0,318
Giove . » » 14	27,9	40,6	0,839	1,983	79	4,1	3,354	21,069	0,565	0,314	0,305
Golia . . » 15	35,6	40,6	1,068	2,135	132	4,1	3,744	37,809	0,699	0,309	0,318
Vulcano . » 19	27,9	40,6	0,915	1,983	107	4,1	3,205	28,557	0,604	0,216	0,343
Furia . . » 21	27,9	40,6	0,915	1,983	107	4,1	3,056	28,557	0,569	0,230	0,343
Vittoria . » 22	27,9	40,6	0,915	2,059	97	4,1	3,493	25,872	0,582	0,326	0,343
Atlante . » 25	30,5	40,6	0,915	2,402	66	4,1	5,301	20,240	0,858	0,571	0,305
Vesta . . » 24	28,3	40,6	0,839	2,134	86	4,1	4,273	23,789	0,638	0,332	0,292
Lepre . . » 26	27,9	40,6	0,915	1,983	97 { 70 / 27	4,4 / 3,5	3,688	26,383	0,753	0,354	0,343
Ajace . . » 29	27,9	45,7	0,839	2,031	65	5,1	3,029	21,190	0,665	0,236	0,343
Leeds . . » 30	27,9	40,6	0,915	1,983	107	4,1	3,216	28,557	0,545	0,233	0,343
Firefly . » 31	27,9	45,7	0,915	2,288	110	4,1	4,078	33,685	0,665	0,405	0,343

In generale queste macchine sotto la media tensione di chilogrammi 3, 60 per centimetro quadrato, possono evaporare metri cubi d'acqua 1, 70 all'ora. È poi ad avvertirsi che volendo paragonare fra di loro le superficie riscaldate dal fuoco, devesi fare una gran differenza fra la superficie esposta alla azione del calorico raggiante, e quelle esposte alla sola azione del calorico di comunicazione pel passaggio dell'aria calda dal focolare al fumajuolo a traverso dei tubi. Da una esperienza del signor Roberto Stesphenson registrata nell'opera di Wood si deduce che gli effetti delle due specie d'azione del calorico, stanno fra di loro nel rapporto di 1 a 3, rapporto comunemente adottato nel calcolo della potenza delle macchine.

Sulla strada da Stockton a Darlington quella compagnia possedeva alla medesima epoca 25 macchine locomotrici, molto diverse nella loro costruzione dalle più antiche fino alle più recenti e perfezionate. Talune erano attraversate da un tubo semplice, in altre quel tubo si ripiegava prima di sboccare nel fumajolo, in altre ancora ripiegandosi si divideva in due tubi minori, facendo capo per due bocche nel fumajolo stesso; finalmente altre erano costrutte sul modello di quelle di Liverpool, ed il loro peso variava dalle tonnellate 5, 50 circa alle 10, o 12. Le medie proporzioni delle principali parti di esse macchine sono come segue:

Cilindri	centimetri	36, 8
Passo degli stantuffi	»	40, 6
Diametro delle ruote	metri	1, 22
Peso	tonnellate	11
Tensione	chilogrammi	3, 36 per cent. quad.

Quest'ultima quantità poi si fa variare a norma della solidità della caldaja. Quando la lamiera è assottigliata dall'uso si riduce talvolta fino a soli chilog. 2, 52 per centimetro quadrato; e talvolta si spinge fino a chilogrammi 4, 20.

ARTICOLO XV.

Succinta esposizione della teoria generale del moto delle macchine locomotrici.

La misura della potenza di qualunque macchina in moto viene rappresentata dalla intensità della sua forza, e dalla velocità con cui può sviluppare la forza stessa. Nelle macchine locomotrici la tensione nella caldaja indica la massa alla quale può fare equilibrio la potenza, e la velocità della produzione del vapore indica la velocità del moto che essa produzione può comunicare alla massa.

È in fatti evidente che la potenza della macchina risiede ad un tempo nella quantità più o meno grande di vapore che può produrre, e nel grado di tensione o di forza elastica del vapore stesso: o in altre parole nella quantità d'acqua che può trasformare in vapore in un dato tempo, che diccsi forza di evaporazione della macchina, e nel grado di tensione di questo stesso vapore.

Che non basti la tensione a rappresentare la potenza della macchina in moto, si dimostra con un esempio. Non è difficile col regolare la valvola di sicurezza di caricare una macchina qualunque ad una tensione di chilog. 3, 60 per centimetro quadrato. Se a questa macchina attacchiamo un convoglio del peso di 100 tonnellate, esso produrrà p. e. sullo stantuffo una resistenza di chilog. 3, 3, compresa la pressione atmosferica, quando possa evaporare un piede cubo (m. 0, 03) per minuto; ma camminerà con una velocità doppia, di quello che, a cose pari, camminerebbe se non ne evaporasse che mezzo piede cubo, restando la pressione sempre la stessa. Volendo conseguire la stessa velocità bisognerebbe ridurre a metà il carico.

Si scorge quindi che il limite a cui si può caricare una macchina, è determinato dal grado di tensione nella caldaja, ed il limite della velocità a cui può essere spinta col carico, è dato dalla sua forza di evaporazione. Vediamo ora come determinare 1.° la resistenza prodotta sullo stantuffo da un carico dato, 2.° la tensione del vapore nel cilindro per vincere questa resistenza, 3.° la forza di evaporazione della macchina, ed arriveremo a sciogliere il problema.

I. *La resistenza sullo stantuffo* componesi: 1.° dalla resistenza del convoglio, 2.° da quella della macchina, 3.° dalla pressione atmosferica. Di queste tre resistenze quella dovuta alla pressione atmosferica viene esercitata immediatamente e direttamente sullo stantuffo, e deve quindi essere superata colla stessa velocità d'esso stantuffo: per le altre due le pressioni esercitate sulla macchina essendo in ragione inversa della velocità con cui muovonsi le diverse sue parti, dovranno essere superate con una velocità maggiore di quella dello stantuffo, e propriamente nel rapporto della circonferenza delle ruote impellenti a due volte la lunghezza del suo passo, stantechè le ruote descrivono una intera periferia ad ogni due pulsazioni.

Rappresenti M il numero delle tonnellate di cui componesi il convoglio compresa la macchina, ed n la resistenza per ogni tonnellata: n M rappresenterà la resistenza del convoglio. Se al tempo stesso F esprime gli attriti della macchina senza carico, f gli attriti addizionali per ogni unità di carico, che crescono evidentemente in ragione della resistenza che devono vincere, F + f M esprimerà l'attrito della macchina nel-

l'istante che strascina il carico M. Quindi

$$F + f\,M + n\,M$$

sarà la resistenza opposta al moto sulle ruotaje dalla macchina e dal suo convoglio.

Lo stantuffo nel muoversi dovendo superare questa resistenza, la quale sta collo stesso nel rapporto della circonferenza delle ruote impellenti alla doppia lunghezza del suo passo, se D dicesi il diametro della ruota, l la lunghezza del passo dello stantuffo, e π il solito rapporto della circonferenza al diametro, la resistenza prodotta sullo stantuffo dall'attrito della macchina e del convoglio sarà

$$(F + f\,M + n\,M)\frac{\pi D}{2\,l}$$

Similmente indicando con d il diametro del cilindro, e $\frac{1}{2}\pi d^2$ essendo l'area dei due stantuffi, $\dfrac{(F + f\,M + n\,M)\frac{\pi D}{2l}}{\frac{1}{2}\pi\,d^2}$ ossia $(F + f\,M + n\,M)\dfrac{D}{d^2\,l}$ esprimerà la stessa forza di resistenza ripartita sopra una unità di superficie dello stantuffo. Aggiungendo poi la pressione atmosferica costante per ogni unità superficiale, e dicendola A, si avrà la pressione totale dovuta alla resistenza:

$$R = (F + f\,M + n\,M)\frac{D}{d^2\,l} + A.$$

II. Conosciuta la resistenza che agisce sullo stantuffo, è facile il dedurre la *tensione in cui si trova il vapore* nell'istante in cui opera come una forza motrice nel cilindro. Il vapore racchiuso nella caldaja ad una qualunque tensione, passa nel tubo di comunicazione e di là nei cilindri, dove per essere la loro area circa due volte maggiore di quella del tubo, dilatasi perdendo in proporzione della sua forza elastica. Lo stantuffo è quindi ancora immobile, ma per lo continuo sopraggiungere di nuovo vapore, si stabilisce prontamente l'equilibrio di tensione fra la caldaja ed il cilindro, la quale aumentando gradatamente giunge a tale di forza da cominciare a muovere lentamente lo stantuffo. Questo moto comunicasi alla macchina, e per lei a tutto il convoglio; e la massa intera concepisce un certo grado di velocità, la quale continua un istante anche dopo esaurita la forza che l'ha prodotta. Quindi la nuova quantità di vapore sorveniente trova lo stantuffo che ha ancora un piccolo impulso di moto, ed imprimendogliene altra dose, ne passa porzione alla massa totale dove continua ad accumularsi. Così ricevendo ad ogni pulsazione una nuova quantità di moto, e conservando parte dell'antica, lo stantuffo accelera a poco a poco il suo corso, ed il convoglio acquista

finalmente tutta quella velocità che la macchina è capace di comunicargli, ed il suo moto diventa uniforme. Il convoglio stesso poi fa l'ufficio di moderatore del moto, ovvero di volante; accumulando il moto impresso dal motore nei momenti della sua più energica azione, e restituendolo in seguito quando il motore spiega un'azione più tenue. Questa appellasi la velocità normale della macchina. Evidentemente la tensione del vapore nel cilindro che è lo sforzo del motore, deve uguagliare la pressione della resistenza contro lo stantuffo, che è lo sforzo esercitato dalla resistenza stessa. Conosciuta quindi la pressione, e conosciuto il volume del cilindro, potremo dedurne l'assoluta dispensa di forza ad ogni pulsazione di stantuffo, e paragonandola alla massa del vapore che può produrre la macchina in un tempo dato, potremo arguirne facilmente la sua velocità.

III. *La forza di evaporazione* delle macchine, ovvero la quantità d'acqua che esse possono trasformare in vapore in un dato tempo sotto una determinata tensione, non poteva essere dedotta che dalle esperienze. Il raziocinio ne indica i criteri generali, ne dice che vi deve essere un rapporto tra la superficie esposta al calorico della caldaja, e la quantità di vapore che può essere sviluppato a pari circostanze di tensione e di tempo, ma non basta a darci il coefficiente di questo rapporto. Ora è questo che con molto acume e diligenza ha preso a tentare Pambour. Dalle sue esperienze istituite sulla strada di Liverpool, e minutamente e con bellissimo ordine notate nel Trattato da cui desumiamo questa Appendice, ricavasi che ad una velocità media di 55 chilometri all'ora, la ragguagliata evaporazione avuta da diverse macchine risultò di metri cubi 1,58 per ora e per macchina; evaporazione che in taluna salì fino dai cubi metri 1, 70 ai 1, 90. Paragonato questo risultamento colla quantità di superficie esposta all'azione immediata e mediata del calorico, la qual' ultima per le esperienze di Stesphenson notate nel precedente articolo si ritenne eguale in intensità ad un terzo dell' azione immediata, egli dedusse che la forza di evaporazione di una macchina per ogni metro di superficie, esposta al calore raggiante od immediato, è rappresentata da un volume d'acqua di metri cubi 0, 122 ridotto in vapore ad una velocità media di 55 chilometri l'ora. Così una macchina avente metri 4,00 di superficie esposta al calorico raggiante, e metri 26,79 esposta al calorico di comunicazione, per quello che abbiamo detto di sopra, si può considerare come avesse m. $4 + \frac{26,79}{3} =$ m. 12,93 superficiali soggetti all'azione del calorico raggiante, e quindi evaporare m. $0,122 \times 12,93$, ossia metri cubi 1, 58 d'acqua per ora, sempre con una velocità di 55 chilometri l'ora.

Però non tutta la quantità d'acqua ridotta a vapore agisce realmente sul meccanismo. Una gran parte sfugge per le valvole di sicurezza pei sussulti prodotti dal moto, e si perde pe' tenuissimi meati o screpoli che possono trovarsi nella superficie della caldaja, e specialmente nelle sue linee di congiunzione, per quanto sieno bene unite e saldate con finissimo mastice. Pambour ha provato colle esperienze stesse, che solo le tre quarte parti della quantità d'acqua totale evaporata producono un effetto utile; ed ha distinta questa parte della forza *totale* di evaporazione col termine di forza *effettiva*. Con questa modificazione i metri cubi 0,122 d'acqua evaporata per ogni metro quadrato di superficie di riscaldamento, ridurrebbonsi a metri cubi 0,092, e la media quantità d'acqua, evaporata con effetto utile a metri cubi $\frac{3}{4}$ 1,58, ossia 1,185.

IV. Con questi dati passiamo a determinare la *velocità* che può sviluppare una macchina con un dato carico.

Richiamiamo la formola esprimente la pressione del vapore per unità di superficie ritrovata più sopra:

$$R = (F + f\,M + n\,M)\,\frac{D}{d^2\,l} + A$$

Se diremo P la tensione totale del vapore nella caldaja, s la forza di evaporazione *effettiva* delle macchine, espressa in metri cubi per minuto sotto la tensione P, ed m il rapporto del volume del vapore a questo grado di tensione P col volume dell'acqua,

$$m \times s$$

sarà il volume totale del vapore prodotto per minuto alla tensione P nella caldaja.

Questo vapore passando dalla caldaja nel cilindro, passerà da questa tensione P alla tensione R, e cambierà di volume nella ragione inversa delle tensioni, in modo che

$$m\,s \times \frac{P}{R}$$

esprimerà il volume che occuperà il vapore giunto nei cilindri.

Questo volume attraversa i cilindri stessi in un minuto. Se ne dividiamo l'espressione per l'area dei cilindri, avremo la velocità colla quale li deve necessariamente attraversare, e per conseguenza quella che comunicherà allo stantuffo. L'area dei due cilindri è $\frac{1}{2}\,\pi\,d^2$, dunque la velocità per minuto sarà:

$$\frac{m\,s\,P}{\frac{1}{2}\,\pi\,d^2\,R} = v \text{ (1)}$$

(1) È d'uopo fare attenzione che per effettuare questa divisione l'area dei cilindri deve

Per discendere da questa espressione alla velocità della macchina, si richiami che essa sta a quella dello stantuffo nel rapporto della circonferenza delle ruote a due volte il suo passo, onde si avrà

$$V = \frac{m\ s\ P\ D}{R\ d^2\ l}$$

ossia mettendo per R il suo valore trovato più sopra, e passando dalla velocità per minuto a quella per ora col moltiplicare per 60:

$$V = 60\ \frac{m\ s\ P\ D}{(F + f\ M + n\ M)\ D + A\ d^2\ l}$$

ovvero chiamando S la forza di evaporazione per ora, vale a dire facendo $S = 60\ s$

$$V = \frac{m\ S\ P\ D}{(F + f\ M + n\ M)\ D + A\ d^2 l}$$

Colle semplici misure prese sulla macchina e coi dati dell'esperienza retrocitati, nulla è più facile che il determinare questa velocità. Il valore di m, ossia il volume del vapore sotto una data tensione P, viene somministrato dai trattati comuni di fisica. Però a maggior comodo ne riporteremo una tabella in fine d'articolo.

Maneggiando poi queste formole colle prime e più semplici regole algebraiche, si potrà ricavare anche il valore di M, ossia il numero delle tonnellate che può trascinare una macchina con data velocità. Esso sarà

$$\text{(a)} \qquad M = \frac{m\ s\ P\ D - A\ d^2\ l\ V}{(f + n)\ V\ D} - \frac{F}{f + n}$$

Il limite di questo carico viene determinato dalla eguaglianza di tensione del vapore nella caldaja e nei cilindri, ossia da $P = R$. Sostituendo quindi nell'equazione (a) per P l'espressione $(F + f\ M + n\ M)\ \frac{D}{d^2\ l} + A$ avremo

$$M = \frac{(P - A)\ d^2\ l}{(f + n)\ D} - \frac{F}{f + n}$$

e confrontando i due valori di M, e ricavando quello di V si avrà la velocità corrispondente a questo carico massimo

$$V = \frac{m\ S\ D}{d^2\ l}$$

espressione che scritta sotto la forma

$$V = \frac{m\ S}{\frac{1}{2}\ \pi\ d^2} \times \frac{\pi\ D}{2\ l}$$

non indica altro che la velocità del vapore nel suo passaggio dalla cal-

essere per necessità espressa colla stessa unità del volume ms. Quest' area sarà dunque espressa in metri quadrati e non in centimetri. Lo stesso vale per le espressioni R, P, ed A.

daja nei cilindri, quando esso non prova alcuna riduzione di tensione, vale a dire che nel caso di carico massimo, la tensione del vapore nel cilindro sarà la stessa di quella nella caldaja, e che la sua velocità sarà quella della formazione del vapore nella caldaja medesima, risultamento per sè evidentissimo.

Se noi moltiplicheremo la formola (a) per V avremo

$$M\ V = \frac{m\ S\ P\ D - A\ d^2\ l\ V}{(f + n)\ D} - \frac{F\ V}{f + n}$$

Il prodotto M V del carico per la velocità a cui il carico stesso può essere trascinato, rappresenta l'effetto utile della macchina. Ponendo l'occhio sul secondo termine dell'espressione si vede quindi che più piccola sarà la velocità, maggiore sarà l'effetto utile, perchè V non vi entra che come quantità negativa. D'altra parte siccome la macchina non può, senza perdita materiale di vapore, camminare con una velocità minore di quella che corrisponde alla velocità della formazione del vapore nella caldaja, ne segue che è a questa velocità che avrà luogo il massimo effetto utile. Converrà quindi aumentare il carico a detrimento della velocità; se non che pel trasporto de'viaggiatori, l'effetto utile non va misurato materialmente. Le ragioni non occorre ripeterle.

Chiuderemo questo articolo riportando due tabelle, nella prima delle quali è espresso il valore di m, od il volume del vapore sotto differenti tensioni; e nella seconda, dietro le formole finora sviluppate, è calcolata la velocità delle comuni macchine locomotrici a carichi dati, risultamenti dimostrati da Pambour conformi a quelli della esperienza.

TABELLA I

Volume del vapore formato sotto differenti tensioni.

TENSIONE TOTALE ESPRESSA in chilogrammi per cent. quad.	in atmosfere	Temperatura corrispondente del termometro centigrado	Volume del vapore in rapporto al volume d'acqua che l'ha prodotto
chilogrammi	numero	gradi	
1,00	0,968	99,0	1,754
1,25	1,210	105,5	1,428
1,50	1,452	111,0	1,207
1,75	1,694	115,8	1,048
2,00	1,936	120,0	927
2,25	2,178	123,8	832
2,50	2,420	127,3	755
2,75	2,662	130,5	692
3,00	2,904	133,5	639
3,25	3,146	136,3	594
3,50	3,388	138,9	555
3,75	3,630	141,3	521
4,00	3,872	143,6.	491
4,25	4,114	145,8	465
4,50	4,356	147,9	441
4,75	4,598	149,9	420
5,00	4,840	151,9	401
5,25	5,082	153,7	384
5,50	5,324	155,5	368
5,75	5,566	157,1	353
6,00	5,808	158,8	340

Non si sono calcolate le tensioni che da 0,25 a 0,25 di chilogrammi: si potrebbe proporzionatamente calcolarle anche per le intermedie: basterà però ne' casi ordinarj assumere le tensioni indicate nel termine più prossimo.

TABELLA II

Calcolo della velocità delle macchine locomotrici sotto dati carichi.

INDICAZIONE DELLA MACCHINA	Carico del convoglio compresa la macchina	VELOCITA' PER ORA SOPRA UNA STRADA ORIZZONTALE la tensione effettiva per cent. quad. nella caldaja essendo		
		chil. 3,50	chilometri 4	chil. 4,50
	tonnellate	chilometri	chilometri	chilometri
Macchina con cilindri: diametro met. 0,279	25	64,19	64,85	65,47
passo degli stantuffi » 0,406	50	50,18	50,70	51,18
ruote: diametro . » 1,525	75	41,20	41,62	42,02
attrito senza carico: chil. 50	100	34,94	35,30	35,63
forza di evaporazione	125	30,33	30,64	30,93
effettiva in metri cu-	150	26,80	27,07	27,33
bi d'acqua all'ora 1,185	165	25,05	25,30	25,54
	175	»	24,25	24,48
	190	»	22,82	23,03
	200	»	»	22,17
	216	»	»	20,90
Macchina con cilindri: diametro met. 0,305	25	55,21	55,78	56,31
passo degli stantuffi » 0,406	50	44,49	44,95	45,38
ruote: diametro . » 1,525	75	37,30	37,68	38,04
attrito senza carico: chil. 68	100	32,10	32,43	32,73
forza di evaporazione	125	28,16	28,45	28,72
effettiva in metri cu-	150	25,09	25,35	25,59
bi d'acqua per ora 1,185	175	22,63	22,86	23,08
	195	20,97	21,19	21,39
	200	»	20,81	21,01
	225	»	19,10	19,28
	256	»	»	17,50

APPENDICE SECONDA

PARAGONE DELLE RENDITE E DELLE SPESE DELLE TRE STRADE FERRATE DI LIVERPOOL, DI LIONE E DI BUDWEIS (1).

Le Direzioni delle tre strade da Liverpool a Manchester, da Lione a Santo Stefano, e da Budweis a Linz pubblicano annualmente il rendiconto della loro impresa. Le altre Società o non lo pubblicano, o non ne pubblicano che il risultamento complessivo, cosicchè non si possono istituire confronti fra le diverse partite speciali di spese e di redditi.

La Direzione della strada di Liverpool a Manchester distribuisce semestralmente un ragguaglio a stampa che contiene oltre la total somma dell'entrata e dell'uscita anche tutte le relative più minute relazioni, ed essendone l'amministrazione affidata a persone probe e degne della pubblica estimazione, così le cifre esposte nella seguente tabella A si possono ritenere come sicure ed avvalorate dalle sperienze, e potranno con tutta confidenza servir di base ad un preventivo per lo stabilimento d'una qualunque altra strada.

La Direzione della strada da Lione a Santo Stefano chiude annualmente i suoi rendiconti col mese di ottobre. I risultamenti finali degli stessi dal 1.° novembre 1833 all'ultimo ottobre 1834, e del 1.° novembre 1834 all'ultimo ottobre 1835, sono registrati nella seguente tabella B.

Finalmente la Direzione della strada da Budweis a Linz pubblica nel suo ragguaglio a stampa solamente un estratto dello scambio delle merci e dei passeggieri e dei totali importi dell'entrata e dell'uscita, senza discendere a particolari. Però distribuisce ad ogni azionista che ne faccia ricerca un più minuto rendiconto, e da essi furono ricavati i dati della seguente tabella C, che si riferisce allo spazio di tempo tra il 1.° marzo 1833 e l'ultimo dicembre 1835.

(1) Dall'opuscolo di Gerstner: *Dei vantaggi della costruzione di una strada ferrata da Pietroburgo a Zarco-celo e Paulosk ec. Pietroburgo* 1836.

TABELLA A

Prospetto della spesa complessiva sulla strada ferrata da Liverpool a Manchester.

OGGETTI DI SPESA	Anno 1832	Anno 1833	Anno 1834	Anno 1835	Totale	Rapporto della spesa col compless. introito per %
	Lire S. D.	*Lire S. D.*	*Lire S. D.*	*Lire. S. D.*	*Lire S. D.*	
1 Servizio dei passeggieri	9,149. 4. 10	12,973. 18. 10	15,482. 14. 9	18,384. 17. 1	55,000. 15. 6	
2 Idem delle merci	14,993. 16. 2	17,207. 12. 9	17,884. 11. 11	18,748. 4. 7	68,834. 5. 5	
3 Riparazioni alle carrozze	1,312. 2. 1	1,312. 13. 3	1,354. 8. 0	1,382. 8. 0	5,361. 11. 4	
4 Idem ai furgoni	1 971. 11. 5	2,611. 11. 11	4,531. 17. 6	5,624. 17. 5	14,739. 18. 5	
5 Nolo pel trasporto entro la città di Manchester	4,165. 3. 4	5,733. 16. 5	6,376. 2. 7	7,764. 15. 4	24,039. 17. 8	39, 6
6 Macchine locomotrici	23,229. 5. 10	28,681. 4. 10	34,006. 10. 5	32,143. 17. 9	118 060. 18. 10	
7 Ingegneri macchinisti	970. 9. 0	761. 0. 8	705. 0. 0	705. 0. 0	3,141. 9. 8	
8 Carbon fossile	53. 11. 8	202. 16. 10	265. 2. 8	411. 17. 3	033. 8. 5	
9 Macchine stabili e servizio della galleria di Liverpool	1,904. 13. 5	2,167. 9. 4	1,962. 17. 1	2,343. 14. 0	8,378. 13. 10	
10 Manutenzione delle strada	14,209. 4. 9	13,140. 3. 11	17,314. 6. 3	13,653. 6. 2	58,317. 1. 1	8, 2
11 Riparazioni alle murature e ripari	— — —	961. 7. 6	1,356. 10. 8	1,423. 13. 9	3,741. 11. 11	
12 Spese di direzione	603. 15. 0	564. 18. 0	591. 3. 0	581. 14. 0	2,341. 10. 0	
13 Effetti de' viaggiatori e merci avariate o perse	750. 16. 10	1,437. 15. 0	937. 11. 5	3,504. 16. 8	6,630. 19. 11	
14 Spese di cancelleria	1.538. 15. 1	1.467. 3. 1	1,764. 3. 5	1,819. 5. 7	6,589. 7. 2	
15 Sorveglianza sulla linea	2,259. 6. 4	1,972. 12. 1	2,050. 2. 5	2,309. 16. 2	8,591. 17. 0	
16 Spese giudiziarie	118. 3. 8	300. 3. 9	200. 0. 0	450. 0. 0	1,068. 7. 5	7
17 Pigioni	3,086. 6. 10	1,205. 6. 4	597. 6. 11	434. 11. 10	5,323. 11. 11	
18 Tasse ed imposte	4,593. 12. 11	5,300. 11. 7	4,508. 14. 4	5,513. 14. 3	19,916. 13. 1	
19 Crediti non saldati	475. 11. 7	551. 8. 7	367. 14. 9	579. 14. 2	1,974. 9. 1	
20 Spese minute	141. 3. 0	188. 18. 1	116. 15. 0	95. 3. 4	541. 19. 5	
21 Interesse del prestito fatto dalla Società	10,522. 10. 6	10,507. 18. 1	12,271. 18. 5	15,934. 12. 2	49,236. 19. 2	45, 2
22 Dividendo sopra 7968¾ azioni ciascune di 100 l. sterl.	59,559. 14. 8	74,055. 9. 5	75,038. 2. 11	83,621. 0. 0	292,274. 7 0	
N.B. La lira sterl. equivale a f. 25, 21, e dividesi in 20 scell. di fr. 1, 26 e lo scell. in 12 den. di cent. 10, 5. Totale dell'azienda	155,608. 18. 11	183,306. 0. 3	199,683. 14. 5	217,430. 19. 6	756,029. 13. 1	100

TABELLA B

Prospetto della complessiva uscita sulla strada ferrata da Lione a Santo Stefano

OGGETTI DI SPESA.	Anno 1834	Anno 1835	Totale	Rapporto della spesa colla complessiva entrata per 0/0
	Franchi	*Franchi*	*Franchi*	
1 Spese di trasporto per le merci	597583, 39	845200, 26	1442783, 65	48, 0
2 Idem pei passeggieri	155185, 50	133067, 85	288253, 35	
3 Manutenzione dei furgoni per le merci	83813, 32	296397. 17	382210, 99	
4 Idem delle vetture pei passeggieri	13763, 55	10256, 52	24020, 07	
5 Condottieri	10392, 81	9485, 19	19878, 03	
6 *Omnibus* in Lione	18203, 00	10048, 00	28251, 00	
7 Manutenzione della strada	188150, 58	365532, 07	553682, 65	12, 5
8 Idem del ponte della Muletiere	4703, 36	12066, 26	16769, 62	
9 Amministrazione pel trasporto delle merci	93397, 95	86140, 21	179538, 16	7, 5
10 Idem pel trasporto dei passeggieri	9523, 54	10350, 09	19873, 63	
11 Spese diverse per le merci	6087, 38	13538, 93	19626, 31	
12 Idem pei passeggieri	4866, 64	5494, 36	10361, 00	
13 Imposta indirette	53588, 58	49519, 26	103107, 84	
14 Interessi, sconti, pigioni, ec.	2989, 42	5797, 53	8784, 95	
15 Guadagno netto degli azionisti	737381, 18	719751, 63	1457132, 81	32, 0
Totale dell' azienda	1979630, 73	2574643, 33	4554274, 06	100

TABELLA C

Prospetto della complessiva uscita sulla strada ferrata da Budweis a Linz.

OGGETTI DI SPESA	Dal 1.° marzo al 31 dicembre 1833.	Dal 1.° genn. al 31 dicembre 1834.	Dal 1.° genn. al 31 dicembre 1835.	Totale	Rapporto delle spese col complessivo introito per 0/0.
	Fiorini Car.	*Fiorini Car.*	*Fiorini Car.*	*Fiorini Car.*	
1 Prezzo convenuto pel trasporto del sale e delle merci	46,204. 10	60,775. 52	78,472. 48	185,452. 50	
2 Idem pel carico e scarico delle merci	2,386. 58	3,201. 43	5,294. 38	8,883. 19	
3 Idem per le provvisioni agli speditori di Linz, ed ai mercanti di Budweis	1,697. 41	2,006. 52	2,639. 6	6,343. 39	
4 Illuminazione, gabelle, manipolazione	818. 18	734. 24	1,202. 30	2,755. 12	47, 8
5 Spese pel trasporto de' passeggieri	— —	2,469. 9	3,493. 37	5,962. 46	
6 Riparazioni ai furgoni	2,284. 36	3,348. 3	4,796. 34	10,429. 13	
7 Provvista di ruote, sale, boccole	— —	1,024. 50	2,934. 26	3,959. 16	
8 Salarj dei custodi e stradajoli	6,713. 39	8,210. 55	8,190. 23	23,114. 57	
9 Riparazioni al fondamenti, fossi ed arginature	1,190. 24	1,171. 4	1,496. 11	3,857. 39	
10 Idem ai ponti, canali, parapetti e muri di sostegno	1,437. 27	1,229. 27	989. 3	3,655. 57	
11 Idem alle travature che formano letto alla strada coll'acquisto delle nuove	1,871. 22	4,066. 52	12,276. 7	18,214. 21	
12 Idem alle lamine di ferro e punte per le ruotaje	1,628. 2	2,658. 2	3,109. 29	7,387. 32	13, 2
13 Idem alle sottomurazioni della strada	707. 54	885. 50	605. 53	2,199. 37	
14 Idem agli edifici, assicurazioni ec.	406. 22	1,125. 52	808. 42	2,340. 56	
15 Sgombro delle navi	55. 19	557. 40	680. 26	1,293. 25	
16 Salarj degli impegati	6,743. —	6,034. —	5,483. 40	18,260. 40	
17 Spese diverse, come pieghi, porto di lettere, pigioni, affissi	2,192. 29	2,652. 29	2,692. 35	7,537. 1	6, 1
18 Idem per la nuova riscossioni imposte e tasse	723. —	— —	314. 31	1,038. 22	
19 Spese minute	411. 57	301. 57	864. 11	1,583. 17	
20 Acquisto di nuove spranghe più robuste e sostituzione delle troppo deboli	3,903. 45	5,348. 20	2,211. 57	11,464. 2	
21 Spese per nuovi edifici e provvista di nuovi furgoni	2,166. 52	5,735. 22	9,555. 40	17,455. 54	32, 9
22 Guadagno in contanti dell'impresa	33,660. 1	40,117. 8	51,484. 46	125,216. 55	
NB. *Il fior. di conv. equivale a circa fr. 2, 60 e dividesi in 60 carant. da cent. 4, 3 cadauno.* *Totale dell'azienda*	117,195. 46	153,658. 51	197,597. 13	468,451. 50	100

Prima di esaminare più da presso le cifre esposte nell' ultima colonna di queste tabelle, e di confrontarle fra di loro, vogliamo riunire sotto un solo prospetto lo scambio dei viaggiatori e delle merci che ebbe luogo sulle tre strade negli anni 1834 e 1835. Eccolo:

Anno	MOVIMENTI DEI VIAGGIATORI			MOVIMENTO DELLE MERCI		
	Strada di Liverpool	Strada di Lione	Strada di Budweis	Strada di Liverpool	Strada di Lione	Strada di Budweis
	Numero	Numero	Numero	Tonnellate	Tonnellate	Tonnellate
1834	458153	171468	2379	206373	330876	25685
1835	503928	190377	5887	219233	433179	28286

Questo prospetto offre i seguenti interessanti corollari.

1.° *Movimento dei passeggieri.* Nell'anno 1834 la strada di Liverpool fu percorsa da un numero di viaggiatori 193 volte maggiore che quella di Budweis, e quella di Lione 72 volte. Nell'anno 1835 però esso numero rispetto alla strada di Budweis, fu per quella di Liverpool soltanto 130 volte più grande, e per quella di Lione 49 volte. Per adequato il movimento delle persone nei detti due anni sulla strada di Liverpool in confronto a quelle di Lione e di Budweis fa come i numeri 154 = 58 = 1.

2.° *Movimento delle merci.* Nell'anno 1834 fu trasportato sulla strada di Liverpool un peso di merci 12 volte maggiore che su quella di Budweis, e su quella di Lione 13 volte. Nell'anno 1835 il movimento delle merci rispetto alla strada di Budweis si mantenne lo stesso per quella di Liverpool, e si accrebbe a 15 volte per quella di Lione. Per ragguaglio il movimento delle merci sulla strada di Liverpool in confronto a quelle di Lione e di Budweis fu come i numeri 12 = 14 = 1.

3.° *Pendenza e curve delle tre strade.* La strada da Liverpool a Manchester principia con una galleria che attraversa sotterra parte della città di Liverpool, lunga circa metri 1,800 colla pendenza di $\frac{1}{46}$, per la quale i furgoni vengono rimorchiati col mezzo di funi tirate da macchine a vapore stabili. Le spese annue per questo soggetto appajono dalla tabella A. N.° 9. Indi seguita una ascesa di $\frac{1}{96}$ sulla tratta di 2400 metri, e poco

dopo una discesa simile sopra eguale tratta di 2400 metri. Nel rimanente della linea le pendenze non oltrepassano il rapporto di $\frac{1}{880}$, per cui si può risguardare come orizzontale. Le curve di questa strada nelle sue poche tortuosità non sono mai descritte con un raggio minore di 1500 metri.

La strada da Lione a Santo Stefano nella sua lunghezza totale ha una tratta di 22 chilometri con una pendenza di $\frac{1}{74}$, pendenza che viene percorsa dai furgoni col sussidio delle scarpe, per cui già v'accaddero parecchi infortunii. Il minimo raggio di curvatura sulla stessa è di 100 metri.

La strada da Budweis a Linz per la tratta di 9 miglia tedesche (chilom. 67) da Budweis a Leopoldschlag fu costrutta del cav. F. A. Gerstner, e secondo i principj dallo stesso stabiliti su quella linea, non fu ammessa alcuna ascesa inutile. Questa tratta fu divisa in tre sezioni, in ciascuna delle quali le salite erano pressochè eguali. La massima pendenza si limitò al rapporto di $\frac{1}{120}$, ed il minimo raggio di curvatura a 100 klafter di Vienna (metri 190). Nella continuazione della strada da Leopoldschlag a Linz vennero però adottati altri principj dai primi alquanto diversi, vale a dire, si superò per ridiscendere prima un'altura di metri 52,46, poi un'altra di metri 21,87, e finalmente una terza di metri 18,30. Inoltre sulla lunghezza di un miglio ed un quarto tedesco (metri 9,380), si adottò la considerevole inclinazione di $\frac{1}{46}$, ed in molti luoghi si portò il raggio di curvatura a soli 15 klafter (metri 28,55). La riuscita del primo tronco di questa strada fu sorprendente. Secondo il ragguaglio esposto dalla Direzione di quella strada nel mese di febbrajo 1830, venne stretto in allora un contratto in cui si pagarono due carantani (cent. 8,7) per l'uso dei carri della strada ferrata a percorrere il tratto da Leopoldschlag a Budweis, e di un carantano (cent. 4,3) da Budweis a Leopoldschlag. Dal tempo però in cui la strada fu portata a 18 miglia da Budweis a Linz, il nolo si dovette aumentare del quintuplo, poichè ancora nell'anno 1835 si pagava l'uso dei carri per ogni centinajo da Linz a Budweis carantani 10,26 (centes. 44,4), e da Budweis a Linz carantani 5,64 (centes. 24,55). Si vede da ciò quanto importi nel progettare una strada di partire da giusti principj.

4.° *Costruzione delle tre strade.* Le strade di Liverpool e di Lione, hanno ponti di pietra, e ruotaje cilindrate massiccie, mentre la strada di Budweis ha ponti di legno e ruotaje larghe centimetri 5, e grosse mil-

limetri 8, 4 inchiodate sopra correnti pure di legno a motivo del suo commercio assai più tenue.

Ciò posto riprendiamo in esame le tre tabelle A, B, C: da esse vengono le seguenti deduzioni.

I. *Le spese dei trasporti dei viaggiatori e delle merci*, compresa quella di carico e scarico per la strada di Liverpool, importano circa il 40 per 100, e per quelle di Lione e di Budweis il 48 per 100 del totale introito lordo. Ora poichè la strada di Lione ha un rilevantissimo pendío in discesa, da cui i carri si fanno comunemente scivolare per forza di gravità da sè soli senza soccorso di forza motrice, mentre quella di Budweis deve superare un'altura che ha da una parte una acclività di metri 528, 18 e dall' altra di metri 459, 63, appare evidentemente essere la strada di Lione assai male costrutta. La differenza dell' 8 per 100 fra la strada di Manchester e quella di Budweis dipende oltre dell' altura succennata che la strada di Budweis deve superare, anche dalla debolezza delle spranghe impiegate sulla medesima, la quale influisce pure sull' effetto della forza motrice. Come risultamento di questa esperienza si può ammettere che le reali spese di trasporto sopra una strada ferrata bene costrutta si debbono valutare il 40 per 100 dell' introito lordo, del quale devono formare una parte aliquota.

II. *Le spese di manutenzione* della intera strada ferrata compresi i fabbricati importano per la strada di Liverpool l' 8 $^{1}/_{3}$ per 100, per quella di Lione il 12 $^{1}/_{6}$, e per quella di Budweis il 13 $^{1}/_{4}$ per 100. Se nella costruzione di quest' ultima si fossero impiegate delle spranghe massiccie verrebbervi diffalcate le spese per la rinnovazione de' correnti di legno, e le spese di manutenzione vi avrebbero importato soltanto il 9 $^{3}/_{5}$ per 100 dell' introito lordo.

Riesce però più acconcio il confrontare le spese annuali di manutenzione col capitale di primitiva costruzione, poichè la costruzione materiale della strada cogli annessi edifici assorbe la massima parte del capitale rappresentato dalle azioni. La strada di Liverpool costa 1,195,156 lire sterline, le quali confrontate colle spese distinte coi N. 10 e 11 della Tabella A, danno per l' annuale manutenzione 13 lire per ogni lire 1000 di capitale di primo impianto. La strada di Lione costò la somma di franchi 14,759,478, la quale paragonata alle spese esposte sotto i N. 7, e 8 della Tabella B, dà per le spese di manutenzione franchi 19 per ogni franchi 1000 di primitiva spesa. La strada di Budweis ha richiesto la somma di 1,645,522 fiorini di convenzione, la quale posta a confronto colle spese distinte dal N. 8 al N. 15 della Tabella C, importano soltanto

il 15 per 1000. Se si vogliono dedurre le somme per la rinnovazione dei correnti, le spese annuali di manutenzione residuano a 9 fiorini e ²/₅ ogni 100 fiorini di fondo di costruzione.

Chiunque possieda solo alcune cognizioni dell'arte di edificare, si maraviglierà certamente della tenuità di queste cifre per la manutenzione annuale delle strade ferrate. Sulla strada di Budweis, secondo il rapporto della Direzione del 1830, vennero costrutti per il tratto eseguito dal signor cavaliere Gerstner lungo 9 miglia tedesche 122 canali arcuati in muratura. dell' altezza di 2 a 7 metri, 75 ponti di legno con ispallature in muro alti da 2 a 15 metri e lunghi da 5 a 21 metri. Inoltre fu costrutto un ponte di legno sullo stagno di Krumauer della lunghezza di metri 592, e finalmente un ponte lungo metri 38 sul fiume Malsch, e si ristaurarono di più 157 ponti e canali minori per lo scolo delle acque attraverso la strada. Nel prolungamento fino a Linz si fabbricarono nuovamente alcune centinaja di ponti e canali. Pure le spese di riparazioni a tutti questi ponti, canali, muri di sostegno e parapetti nel decorso di 34 mesi, importarono soli fiorini 3655,37 (fr. 9505) ossia in 12 mesi meno di fiorini 1300 (fr. 3380). Come si potrebbe supporre per la manutenzione di qualunque altra strada un più tenue importo? Non è questo risultamento numerico la più parlante prova dell' importanza di una buona costruzione?

Dietro tutte queste esperienze si può tener per fermo, che per una strada ferrata diretta da un abile Ingegnere, le spese di conservazione e manutenzione della strada cogli annessi edificii importeranno al più l' 1 ½ per 100 del fondo totale dell'impresa.

III. *Le spese di Direzione od Amministrazione* unitamente alle diverse altre di sorveglianza, corrispondenza ecc., e comprese tutte le tasse devolute alle Regie Finanze importano per la strada di Liverpool il 7 per 100, per quella di Lione il 7 ½, e per quella di Budweis il 6 per 100. Poichè nelle spese per le due prime strade si comprendono delle tasse straordinarie, pagate alla Corona ed alla pubblica beneficenza, così si può ammettere, non computati questi carichi, che l'importo complessivo delle spese tanto d' amministrazione quanto di tasse sopra una strada ferrata, non deve sorpassare il 6 per 100 dell' introito lordo: ed è per sè evidente che queste spese ne formano sempre parte.

IV. Se si detraggono dal totale introito lordo le spese di trasporto (I), di manutenzione (II), e di amministrazione (III), ne risulta il *guadagno netto dell' impresa*. Esso importa per la strada di Liverpool il 45 per 100 del ricavo lordo, per quella di Lione soltanto il 52 per 100 e per

quella di Budweis il 33 per 100. Ove per la strada di Budweis si fosse accresciuto il capitale di prima costruzione, e con ciò si fossero impiegate delle spranghe massiccie, verrebbero eliminate le spese esposte sotto il N. 11 nella Tabella C per la rinnovazione dei correnti di legno, cosicchè il guadagno dell'impresa sarebbe risultato di circa il 37 per 100 dell'introito lordo. I motivi per cui la strada di Lione produce un così tenue ricavo netto, provengono unicamente dalla sua cattiva costruzione, come già si è superiormente rimarcato.

Il guadagno netto delle imprese delle strade ferrate è sempre eguale al *dividendo* degli azionisti. Per la strada di Liverpool il capitale delle azioni consiste in 796,875 lire sterline, ed il capitale preso in imprestito ammonta a circa 400,000 lire sterline, per il quale si paga circa il 3 ¹/₂ per 100. Da ciò risulta un *dividendo* del 9 ⅓ per 100 a favore delle azioni, come si vede dalla Tabella A al N. 21. Se la somma capitale di circa lire 1,200,000 fosse stata radunata per mezzo di azioni, allora il dividendo ridurrebbesi soltanto al 7 per 100, cioè alla somma distinta ai N. 21 e 22. L'aver preso in prestito delle somme capitali non ammortizzabili, ma che rimangono come debito perpetuo, riuscì del più importante vantaggio per gli azionisti della strada di Liverpool.

Tutto il contrario avviene per la strada di Budweis. Il guadagno in contanti di questa strada risulta dal N. 22 della Tabella C: ad esso bisogna aggiungere quello ricavato dal commercio del sale intrapreso dalla Società per mezzo della strada ferrata, il quale ammontò secondo i ragguagli pubblicati dalla Direzione:

dal 1.° Marzo . al 31 Dicembre 1833 a fiorini 34387,34
dal 1.° Gennajo al 31 Dicembre 1834 a » 35711,59
dal 1.° Gennajo al 31 Dicembre 1835 a » 38890,59

Dunque il total guadagno in 34 mesi, compreso quello del noleggio della strada, ascese alla somma di fiorini 254,252.27, la quale confrontata col capitale di primo impianto veramente sborsato di fiorini 1,654,322.7 importa appunto il 5 per 100. Se i primi azionisti in vece di sborsare solamente 765,200 fiorini avessero sborsato l'intero capitale, già da tre anni ogni possessore d'azioni avrebbe percepito un dividendo del 5 per 100, ad onta delle gravi somme annualmente impiegate per nuovi edificj, come rilevasi dalla Tabella C ai N. 20 a 21. Sciaguratamente essi per alcune circostanze che non giova riferire, preferirono di prendere a prestito le rimanenti somme a pesanti condizioni ed a breve termine, il che porta che buona parte delle entrate dev'essere impiegata a pagarne gli inte-

ressi, ed a scontarne i capitali. Si noti pure come quantunque il movimento dei viaggiatori sia minore su questà strada austriaca le 154 volte, e quello delle merci le 12 volte di quello che sulla strada di Liverpool, pure essa produce ancora il 5 per 100 della spesa di prima costruzione: prova questa palmare, che anche dove sono piccoli scambj e nelle situazioni montuose queste imprese possono tornare vantaggiose, quando sieno guidate con senno ed attività.

V. *Paragone dell' utile pel trasporto dei viaggiatori e per quello delle merci.* Dedurremo questo paragone dalle strade ferrate di Liverpool e di Lione. Quella di Budweis non può far parte del confronto per esservi pochissima la frequenza delle persone.

Le spese totali che si incontrarono sulla strada da Liverpool a Manchester nei 4 anni del 1.° Gennajo 1832 al 31 Dicembre 1835 si suddividono pei viaggiatori e per le merci come segue:

SPESE	Trasporto di viaggiatori	Trasporto di merci
	Lire sterline	*Lire sterline*
Tabella A. N.° 1 e 3	61,352. 6. 10	. . . . .
Idem N.° 2, 4 e 5	. . . . .	107,614. 1. 4
Idem N.° 13	655. 18. 11	5,975. 1. 0
Le altre Lire 238,920. 18. 10 divise in proporzione dell' introito, danno	130,636. 8. 11	108,284. 9. 11
Sommano le spese	192,644. 14. 8	221,873. 12. 3
Introito lordo	413,379. 12. 4	342,650. 0. 9
Resta l' introito netto	220,734. 17. 6	120,776. 8. 6
	ossia il 53, 4 per 100 dell' introito lordo.	ossia il 35, 2 per 100 dell' introito lordo.

Per la strada ferrata da Santo Stefano a Lione nell' anno 1834 non vennero spartite con precisione le spese incontrate pel trasporto delle merci e quelle pel trasporto delle persone: confronteremo quindi soltanto quelle del secondo anno cioè del 1835 da cui risulta:

OGGETTI DI SPESA	Trasporto delle persone	Trasporto delle merci
	Franchi	*Franchi*
Tabella B. N.° 2, 4, 5, 6, 10, 12 e 13	228,221, 27	. . . . .
Idem. N.° 1, 3, 9, e 11	. . . . .	1,243,276, 57
Le altre speso ammontanti a franchi 383,393,86, ripartite in proporzione dell'introito, fanno . . .	77,841, 20	305,552, 66
Sommano le spese	306,062, 47	1,548,829, 23
Introito lordo	522,734, 81	2,051,908, 49
Residua l'introito netto	216,672, 34	503,079, 26
	ossia il 41, 4 per 100 dell'introito lordo.	ossia il 24, 5 per 100 dell'introito lordo.

Da questa tabella ricavasi che per la strada di Liverpool il guadagno pel trasporto delle persone arriva al 53 per 100, e per quella di Lione al 41 per 100 dell'introito lordo. La differenza del 12 per 100 nasce in parte dalla minore solidità della sua costruzione, in parte dal minor numero dei viaggiatori. Pel trasporto delle merci la strada di Liverpool ha guadagnato il 35 per 100, e quella di Lione soltanto il 24 ½ per 100 dell'introito lordo, e qui pure nasce la differenza della cattiva costruzione di quest' ultima strada.

Confrontando questi risultamenti si deduce il seguente prospetto.

Strada ed anno	TRASPORTO		INTROITO NETTO				Rapporto tra l' introitonetto di un viaggiatore e d'una tonnell. di merce
			complessivo		parziale		
	Viaggiat.	Merci	Viaggiatori	Merci	per ogni viaggiat.	per ogni tonnell. di merce	
	Numero	Tonnell.					
Liverpool 1832-35	1,705,518	1,144,165	L.220,734. 17. 8	L.120,776. 8. 6	D. 31	D. 25	1,24: 1
Lione 1835	190,377	433,326	F.216,672.37	F.503,079. 26	C. 114	C. 110	1,04: 1

Da questo prospetto deducesi l'importante risultamento, che sopra una strada ferrata il guadagno netto derivante dal trasporto di un viaggiatore, eguaglia quello derivante dal trasporto di 1140 chilogrammi di merce. Nè si creda che ciò avvenga perchè la massima parte delle merci trasportate sia di poco valore, e paghi per conseguenza un piccolo nolo; poichè sulla strada di Manchester, dove il rapporto di 1: 1,24 si dedusse da un quadriennio, delle 1,144,000 tonnellate trasportate, 785,000 consistevano in cotone greggio e lavorato, manifatture ed altre mercanzie, e solo 359,000 tonnellate in carbone fossile, vale a dire, la metà delle altre merci. Sulla strada di Lione non si trasportò quasi altro che carbone fossile, ma il rapporto di 1: 1,04 si dedusse dall' esercizio di un anno solo. Si può quindi basarsi con sicurezza sul rapporto di 1: 1,24 o per medio di 1: 1,14.

Da qui si vede che l' impresa di una strada ferrata non può essere molto vantaggiosa, che in quei luoghi dove v' abbia un vivo movimento di persone. Il movimento delle merci per quanto sia considerevole, specialmente se sono oggetti di poco valore relativamente al peso, non potrà mai produrre quel profitto che può produrre anche un mediocre numero di viaggiatori. Questa conclusione tratta dalle esperienze ed avvalorata dai calcoli, dimostra che delle molte strade ferrate attuali in parte già in corso di esecuzione, in parte progettate, quelle sole saranno veramente proficue sulle quali si può presumere un attivo scambio di viaggiatori, sempre supposto che vengano bene tracciate e costrutte.

Le strade ferrate, progettate nell' America Settentrionale, daranno sicuramente un guadagno, poichè in quei paesi si fa ogni dì più vivo il desiderio di viaggiare. Negli Stati Uniti e specialmente nella Pensilvania e nella Nuova York esso è così grande, che non v' è famiglia per poco agiata che non passi parecchie settimane fra l' anno in viaggio, ed è questa una delle circostanze che fecero tanto moltiplicare le strade ferrate in quei paesi.

Sulla strada di Liverpool dando una persona lo stesso guadagno che 1140 chilogrammi di merce, ne segue che i 503,928 viaggiatori trasportati nell'anno 1834, vengono ad equivalere a 624,871 tonnellate di merce; e l' impresa avrebbe ricavato lo stesso guadagno pel trasporto di 961,271 tonnellate di merce, di quello che ha realmente ricavato pel trasporto di 503,928 viaggiatori e 336,400 tonnellate di merce.

APPENDICE TERZA

ELENCO DELLE PRINCIPALI STRADE FERRATE COSTRUTTE OD IN COSTRUZIONE IN EUROPA ED IN AMERICA.

A far giustamente conoscere i progressi di quest'arte nuova ed il suo stato attuale presso i più colti popoli, nulla può valer meglio che una breve enumerazione delle principali strade ferrate finora costrutte ed in costruzione in Europa ed in America. Da essa si concepirà quanta importanza vi abbiano essi attaccata, e come siasi rapidamente estesa la loro applicazione in pochissimi anni con vantaggio del commercio, dell'industria, dell'agricoltura, infine dalla civiltà umana. E forse non si apponeva al falso un chiarissimo nostro Professore (Majocchi) quando nel dare dalla cattedra di sant'Alessandro lo scorso anno a' suoi alunni un'idea delle strade ferrate, ne paragonava il ritrovamento accoppiato a quello della macchina locomotrice all'invenzione della stampa, destinata l'una alla propagazione rapidissima dei frutti del pensiero, allo sviluppo delle produzioni intellettuali; l'altra ad una non meno rapida propagazione dei frutti del suolo e della mano, allo sviluppo degli interessi materiali dell'uomo.

L'Inghilterra, quella nazione che ha trovato e diffuso questa nuova specie di strade, occuperà prima la nostra attenzione. Gli abbondantissimi bacini di carbon fossile, sparsi in quel paese; la circostanza che i principali di essi trovansi vicini a centri d'industria od a facili punti d'imbarco, ed il bisogno incessante di combustibile in un clima freddo, umido e nebbioso, per gli usi della vita e per le manifatture quivi da lungo tempo fiorentissime del ferro; infine l'applicazione dello stesso alla formazione del gas per la illuminazione, concorsero a renderne attivissime le cave ed a studiare i mezzi più economici ed acconci di trasporto. Si trovarono le strade a ruotaje imperfette nei primi esordj, perfezionate quindi man mano per l'esperienza sollecitata dallo spirito speculativo ed acutis-

simo proprio di que' popoli, e rese di sicurissima ed immensa utilità pel trasporto delle persone e delle merci colla applicazione del vapore come forza movente. I principali bacini di carbon fossile nella Gran Brettagna sono quelli di Scozia, del Nord, del Centro e dell'Ovest dell'Inghilterra. Il primo ha per centro Glascow, sono nel secondo Newcastle, Darlington e Sunderland, nel terzo Leeds, Manchester e Liverpool, il quarto abbraccia il mezzodì del paese di Galles e tocca il mare, Glocester e Bristol. Già questi nomi avranno richiamato alla mente dei lettori del presente Saggio di Biot alcune strade famose, poichè da quivi mossero i primi esempj. Chi scorrerà il seguente Prospetto ricavato dal Manuale di Hartmann, dove sono indicate in ordine di tempo le principali strade ferrate d' Inghilterra, vedrà come da piccoli principj, tentati per interessi meramente locali, siasi andata estendendo l' applicazione a linee più lunghe ed ardite, e cambiato lo scopo pel quale le prime erano state costrutte, la speculazione siasi rivolta dal trasporto delle miniere e del carbone a quello riconosciuto più lucroso ed utile delle persone e delle merci. Divideremo la nostra enumerazione in tre epoche, la prima comprende i primi sforzi dell' arte fino al 1820, epoca della costruzione della strada da Darlington a Stockton che fu la prima progettata dietro studiati principj e di una considerevole lunghezza, la seconda ascende fino al 1830, epoca del perfezionamento delle macchine locomotrici operato da Stephenson all'occasione dell'aprimento della strada da Liverpool a Manchester, la quarta abbraccia il periodo più luminoso dal 1830 a questi ultimi tempi in cui si intese generalmente tutta l' importanza e lo sviluppo immenso che poteva dare all' attività ed alla ricchezza del paese un mezzo di trasporto tanto celere e tanto economico, e si effettuarono i più giganteschi progetti. Oltre questa distinzione ne abbiamo marcata un altra, abbiamo divise cioè le strade approvate con atto pubblico dal Parlamento, delle quali si hanno dati più positivi, da quelle imprese per locale interesse da società private di cui non si hanno precise notizie nè per riguardo al numero nè per riguardo all' entità. Abbiamo infine cercato nelle suddivisioni di rimarcare le principali notizie relativamente alla lunghezza, al costo, alla qualità dei trasporti ed a quanto altro poteva interessare.

Numero progressivo	DENOMINAZIONE DELLA STRADA	Epoca della sue costr.	Lungh.	COSTO		Num. delle car-reg.
				COMPLESSIVO	AL CHILOMET.	
	1.º Strade pubbliche		*chilom.*	*franchi*	*franchi*	
	Epoca prima fino al 1810					
1	Brendlings o Middelton e Leeds	1758	4,8	—	—	une
2	Surrey	1801	14,5	1,499,000	103,356	id.
3	Carmanthenshire	1802	25,7	1,336,000	34,452	id.
4	Sirhovvay	id.	16,1	1,134,000	70,470	id.
5	Croydon, Merstham a Godstone	1803	25,3	2,268,000	93,960	due
6	Oystermouth	1804	11,3	302,000	26,622	una
7	Kilmarnock e Troon	1808	15,7	1,386,000	89,262	id.
8	Glocester e Cheltenham	1809	18,9	1,260,000	67,338	id.
9	Bullo-Pill o foreste di Dean	id.	12,1	3,150,000	260,330	id.
10	Severn e Wye	id.	19,7	1,386,000	70,313	id.
11	Monmuth	1810	12,9	706,000	74,233	id.
12	Hay	1811	38,6	1,638,000	42,282	id.
13	Clanfihangel	id.	10,4	882,000	84,564	id.
14	Grosmont	1812	11,3	504,000	43,848	id.
15	Penrynmaur	id.	11,3	504,000	43,848	id.
16	Manhilad ed Usk	1814	8,0	151,000	18,792	id.
17	Mansfield	1817	13,3	827,000	62,648	due
18	Kington	1818	22,5	580,000	25,682	una
19	Plymouth e Dartmor	1819	28,9	1,008,000	34,452	id.
	Totale	...	321,3	20,521,000		
	Epoca seconda dal 1810 al 1820					
1	Stockton e Darlington	1821	61,1	5,846,000	95,526	due
2	Stratford e Moretow	id.	29,8	1,525,000	51,678	una
3	Kirkintillock a Moodkland	1824	16,1	630,000	39,150	id.
4	Nedruth e Chasewater	id.	16,1	819,000	69,555	id.
5	Bolton e Leigh	1825	12,5	1,890,000	159,600	due
6	Canterbury e Whitestable	id.	11,3	1,789,000	156,600	una
7	Kromford o High	id.	54,5	4,961,000	98,828	id.
8	Duffryn Clynoi e Porth-Lant	id.	26,9	1,512,000	56,376	id.
9	Naotle	id.	16,1	1,008,000	62,648	id.
10	Pembrey	id.	—	—	—	id.
11	Portlans	id.	—	176,000	—	id.
12	Rumney	id.	33,8	1,691,000	46,980	id.
13	West-Lothian	id.	24,1	1,530,000	62,648	id.
14	Aber Dulais	1826	14,1	353,000	25,056	id.
15	Airdrie a Ballochney	id.	9,6	717,000	73,620	id.
16	Dundee e Newyle	id.	18,5	1,008,000	70,470	id.
17	Edimburgo e Dalkaith	id.	27,4	2,419,000	87,696	due
18	Garnkirk e Glascow	id.	13,3	1,474,000	109,620	una
19	Hack e Wentbridge	id.	11,8	547,000	46,980	id.
20	Herefors	id.	16,1	887,000	55,125	id.
21	Liverpool e Manchester	1826-30	49,5	25,000,000	516,780	due

Numero progressivo	QUALITA' DEI TRASPORTI	OSSERVAZIONI
1	Carbona fossile	Su questa strada agiscono la due prima macchine di Trevethick perfezionate da Blenkinsop.
2	Calce, minerale a carbona	Attraversa Londra e va dal Tamigi a Croydon.
3	Calce, ferro a carbone	
4		Serve di sussidio al canale di Monmontshire — ha ruotaje piane.
5	Minerala, carbone a merci	È una continuazione di qualla di Surrey.
6	Minerale	
7	Carbone, calce a merci	Nella contea di Ayr.
8	Carbone e merci	
9	Legna, carbona a ferro	Termina al fiume Severn - Nella contea di Glocester.
10	Carbone ed altri minerali	Dalle cave al Severn.
11	Legna, carbone a pietre	Nella contea di Glocestar.
12		Nella contea di Hareford.
13	Carbona	Nella contea di Monmuth.
14		È una continuazione della precedente.
15	Carbone ed altro	In Anglesca.
16	Calce a farro	Nal Monmoth.
17	Minerale e merci	Nella contea di Droby
18	Carbone, calce ed altro	Nel Rasnor.
19	Pietre, ferro, metalli ed altro	Nel Dawon.
1	Carbone, metalli, pietre, merci a persone	Nel Durham, ha servito di modello a quella di Liverpool.
2	Carbone, pietre a gram	Nalla contea di Glocester.
3	Ferro e carbona	Nella contea di Dumbarten - riunisce la fucine di Craig. e dei contorni ai canali di Forth e Clyde.
4	Minarale, pietre e granaglie	In Cornovaglia.
5	Carbona, merci a persone	Nel Lancastar.
6	Merci	Pal Tamigi comunica con Londra.
7	Merci	Nel Derby - destinata a riunira le comunicazioni per acqua di Derby a Nottingham con quelle di Manchester.
8	Calce, ferro, mattoni e carbone	Nel Glomorgan.
9		Nal Cernavon.
10		Brevissima - e tra un porto ed un canala nal Carmarthen.
11	Pietre di Portland	Di piccol tratta - serva pel trasporto in Londra della pietre da fabbrica.
12	Ferro e pietre Merci e persone	Nel Monmuth - si unisce a quella di Syrowey e mette in comunicazione il paese di Galles con Nawport.
13		Nella Scozia.
14	Ferro, carbone e merci	Nel Gloamorgan.
15	Carbone, farro a merci	Nella Scozia - congiungesi colla strada di Kirkintillock.
16		Nalla Scozia - riunisce l' interno del paese col porto di Dundee.
17	Carbone, merci e persone	Idem.
18		Id. - riunisce la strada di Kirkintillock con Glascow.
19	Piatre	Nella contea di Jorck.
20	Trasporti d' ogni sorta	Nal Monmuth — congiunge Herefors alla strada di Gresmont.
21	Persone a merci	Ha molte diramazioni — è la strada che servì di modello a diede la spinta alle altre d' Europa.

Numero progressivo	DENOMINAZIONE DELLA STRADA	Epoca della sua costr.	Longh.	COSTO		Num. delle car-reg.
				COMPLESSIVO	AL CHILOM.	
	Epoca seconda dal 1810 al 1820		*chilom.*	*franchi*	*franchi*	
22	Manchester a Oldham	1826	16,1	2,691,000	148,770	une
23	Glascow, Peisley e Ardrossen	1827	36,0	2,709,000	67,338	id.
24	Bridgend	1828	7,2	252,000	34,452	id.
25	Bristol e Glocestershire	id.	14,5	1,904,000	134,676	id.
26	Clarenza	id.	73,6	6,552,000	89,262	id.
27	Glocestershire ed Aron	id.	8,4	781,000	93,960	id.
28	Clanelly	id.	4,0	504,000	78,300	id.
29	Kenyon e Leigh	1829	6,4	781,000	121,365	due
30	Newcastle e Carlisle	id.	96,5	10,080,000	75,779	id.
31	Saunderfoot	id.	10,4	434,000	42,282	una
32	Warrington e Newton	id.	8,8	1,840,000	225,504	due
33	Wishaw e Coltnes	id.	24,1	2,016,000	82,998	una
	Totale	. . .	768,6	86,326,000		
	Epoca terza dal 1830 al 1835.					
1	Sant Elene e Runcorn	1830	13,7	3,780,000	190,000	due
2	Leeds e Selby	1829	31,8	7,560,000	237,736	id.
3	Leicester e Swannigton	1830	25,2	2,770,000	110,000	una
4	Polloc e Govan	id.	1,4	244,000	174,300	id.
5	Wigan		10,4	2,205,000	212,000	due
6	Londra e Birmingham	1833	181,0	63,000,000	348,000	id.
7	Londra e Greenwich	id.	5,6	10,080,000	1,800,000	id.
8	Londra e Bristol		196,3	64,260,000	322,262	id.
9	Dublino e Kingstown	1834	9,6	38,203,000	3,980,000	id.
	Totale	. . .	475,0	192,102,000		
	RIASSUNTO					
	Epoca I.ª fino al	1820	321,3	20,521,000		
	Epoca II.ª »	1830	768,6	86,326,000		
	Epoca III.ª »	1835	475,0	192,102,000		
	Totale	. . .	1564,9	298,949,000		
	II.° Strade private.					
1	Brunton Schields					una
2	Contorni di Morthyr Tywil	1791	240,0			id.
3	Clamherris presso Bangor		16,0			id.
4	Clydach		4,0			id.
5	Fawdon		} 15,7			id.
6	Jean Colliery					id.
7	Hetton e Sunderland		12,0			id.
8	Penryn	1802	10,0			id.
9	Sendicroft		9,6			id.
10	Sceffield					

Oltre delle ora accennate sonvi in Inghilterra altre strade

Numero progressivo	QUALITA' DEI TRASPORTI	OSSERVAZIONI
22	Carbone e merci	
23	Carbone, merci, grano ed altro	
24	Carbone ed altro	Nel Glamorgan – riunisce la strada di Duffryn e la vicina cava di carbone alla città di Bridgend.
25	Carbone, pietre e merci	I movimenti di terra su questa strada furono grandissimi – v'è una galleria lunga m. 470 ed alta m. 17.
26	Carbone, calce ed altro	Nel Durham - fa capo in quella di Darlington a Stochton.
27	Carbone e pietre	Va al mare.
28	Minerali ed altro	Nel Carmarthen - nel costo complessivo è compresa la costruzione di un piccolo molo.
29	Merci e persone	Riunisce e quelle di Botton, Leigh, Liverpool e Manchest.
30		Nel Cumberland.
31	Merci e persone	Nel Pembroke.
32	Carbone	Va da Warrington nelle vicinanze di Newton dove congiungesi a quella da Liverpool a Manchester.
33		Nella Scozia - termina in quella di Kirkintilloch.
1	Carbone	Taglia a metà la strada di Liverpool a Manchester quasi ad angolo retto.
2	Merci, carbone e persone	Nella contea di York.
3	Carbone, calce e minerali	Nella contea di Leicester.
4	Carbone	Nel Lanark presso Glascow.
5	Carbone, merci e persone	È una diramazione della strada di Liverpool.
6	Merci, metalli, persone e bestie	
7	Persone	Penetra in Londra dove è elevata sopra arcate alte circa 12 metri per non impedirne il commercio interno.
8	Persone e merci	
9	Persone	
		Esclusa quella di Doblino che ha costato straordinariamente, il costo medio di un chilometro di strada ferrata in Inghilterra importa circa fr. 113,000.
1	Carbone	Presso Newcastle.
2	Id.	Un complesso di cattive strade nelle cave di carbone del paese di Galles.
3	Id.	Nel paese di Galles.
4	Id.	Presso Swansea.
5	Id.	Presso Newcastle.
6	Id.	Congiunge per mezzo del fiume Wern a Sunderland le cave di carbone di Hetton - è notabile pe' pendii superati.
7	Ardesie	Presso Bangor nel paese di Galles.
8		Nella contea di Flint.
9	Carbone, mattoni e metalli	
10		

private per la complessiva lunghezza di circa 640 chilometri.

Oltre le strade superiormente accennate ne furono intraprese e progettate molte altro posteriormente in Inghilterra. Indicheremo solo a mostrarne l'entità le principali, che sono:

1.° La strada da Birmingham a Warrington in continuazione a quella da Londra a Birmingham, per mezzo della quale resta completo il giro di Londra a Liverpool e Manchester, essendo da qualche tempo aperta la strada da Warrington a Newton, punto della strada da Liverpool a Manchester. La lunghezza di questa strada è di circa 130 chilometri.

2.° La strada da Londra a Soutampton aperta alla fine dello spirato anno 1837, lunga pure circa 130 chilometri a doppia carreggiata, e che costò circa 25 milioni di franchi.

3.° La strada da Londra a Douvres lunga circa 120 chilometri di cui la strada di Greenwich è un principio. La spesa fu calcolata di circa 18 milioni.

4.° La strada da Londra a York colle diramazioni a Leeds, Northwich, Nottingam, Seffield ed Hull. La linea principale è lunga circa 300 chilometri, e colle diramazioni la lunghezza della strada ammonterà a 565 chilometri. La spesa fu calcolata in 188 mila franchi al chilometro.

5.° La strada da Londra a Brighton e Shoreham lunga giusta il progetto di Bignolds 86 chilometri.

6.° La strada da Edimburgo a Glascow lunga circa 77 chilometri.

7.° Finalmente la strada da Manchester a Bolton, lunga 18 chilometri, compita a quest'ora colle sue diramazioni di Hutton lunga 8 chilometri, e di Bury lunga 10 altri chilometri, in tutto 36 chilometri.

Stando poi alle più recenti notizie il Parlamento inglese autorizzò 14 nuove strade ferrate, 9 delle quali per l'Inghilterra, 2 per la Scozia e 5 per l'Irlanda. La total lunghezza loro e di 754 chilom., il costo di circa 200 milioni di franchi.

Chiuderemo questi cenni sulle strade ferrate della Gran Brettagna riportando il prezzo medio corrente nel mese di gennajo 1836 delle azioni di diverse strade inglesi, il quale è la misura infallibile della loro utilità relativa.

	Valore nominale	*Valore attuale*
Liverpool a Manchester	Lir. st. 100	Lir. st. 215-220
Londra a Greenwich	» 20	» 28.10
» a Birmingham	» 45	» 97.
» a Brighton	» 5	» 9.10
» a Croydon	» 2	» 2.10
» a Douvres	» 1	» 7.5
» a York	» 5	» 6.10
» a Soutampton	» 15	» 12.10

Se l'Inghilterra fu la prima a porre in atto le strade ferrate, si deve però agli Stati Uniti dell'America Settentrionale la gloria di averne estesa l'applicazione ad una scala più grande e di un interesse generale, non limitato al servizio di una fucina o di una cava di carbon fossile, nè al ravvicinamento di due vicine città commerciali, ma estese all'utile di intere provincie ed allo scopo di ricongiungere con maggiori vincoli i varj membri lontanissimi di quella repubblica indefinitamente grande. « La guerra del 1812, dice *Chevalier* nelle sue lettere sull'America, trovò gli Stati Uniti senza canali, e si può dir pure senza buone strade: non conoscevano altre vie di comunicazione fuor quelle del mare, delle baje e de' fiumi che vi facean capo. Dichiarata la guerra, e bloccati dalle flotte inglesi non era lor dato di più comunicare non solo coll'Europa e coll'Indie, ma nè anche fra di loro dal nord al sud, da Stato a Stato, da città a città, da Nuova York a Filadelfia per esempio. Il loro commercio fu annullato, la sorgente dei loro capitali inaridì, furono colpiti da un fallimento generale come da un angelo sterminatore ». Ne venne indi quella imperiosa necessità che spinse sì potentemente gli Americani a compiere, come per incantesimo, quelle numerose e maravigliose linee di comunicazioni interne di canali e di strade ferrate, le più numerose e le più maravigliose del mondo.

Altre circostanze poi ne favoreggiarono lo sviluppo, fra cui la disposizione del suolo piano in generale, e non attraversato che da una catena molto prolungata di monti detti i monti Alleganei, che dividono le grandissime valli del Missisipì all'ovest, e di San Lorenzo al nord dalle coste dell'Atlantico, i quali concedono molti facili passi, e somministrano copiosissime fonti d'acqua; il poco valore dei terreni in gran parte incolti, e per riguardo alle strade ferrate l'abbondanza del legno e del ferro e la scarsezza di buoni materiali per selciatura od imbrecciamento che le rendeva più economiche delle comuni.

Dalle opere di G. T. Poussin (Storia delle strade ferrate d'America) e di Michele Chevalier (Lettere sull'America) abbiamo desunto il seguente Prospetto, dove cercammo di riunire sotto un sol punto di vista quanto poteva interessare intorno all'argomento, non tanto per ciò che riguarda l'erudizione, quanto per ciò che spetta alla pratica delle strade ferrate.

PROSPETTO *delle strade ferrate degli*

Numero progressivo	DENOMINAZIONE DELLA STRADA	Lungh.	COSTO complessivo	COSTO al chilom.	Num. delle carreg.	Pendenze massime	Altezze super.	Rag. minimo della cur.	Motore
	I.° Linee dell' Atlantico.	*chilom.*	*franchi*	*franchi*			*metri*	*met.*	
1	da Boston a Providenza	67,6	8,000,000	117,650	dua	1:142	227	1800	macchine
2	diramazione per Durham	3,7	157,000	42,000	una	,,	,,	,,	id.
3	da Providenza a Stonington	76,9	8,000,000	95,250	due	1:150	89,30	1800	id.
4	da Stonington e Brooklyn	132,0	5,280,000	40,000	una	»	»	,,	id.
5	da Brooklyn a Giammaica	19,3	1,600,000	80,000	id.	1:264	»	,,	id.
6	da Amboy a Camden	58,2	12,250,000	118,000	due	1:117	»	,,	id.
7	da Paterson a Nuova York	26,0	2,000,000	77,000	una	1:151	»	550	id.
8	da Nuova Yersey a Nuova Brunswich	48,0	1,800,000	40,000	id.	1:203	»	300	id.
9	da Trenton a Filadelfia	45,0	2,133,000	53,000	due	»	,,	,,	mac. e cav.
10	da Newcastle a Frenchtown	26,1	2,756,000	106,000	id.	1:176	,,	,,	macchine
11	da Filadelfia a Susquehanna	50,3	2,000,000	40,000	id.	1:120	,,	3000	id.
12	da Susquehanna a Baltimora	66,1	2,180,000	33,000	id.	1:264	,,	300	id.
13	da Baltimora a Wasington	60,8	8,000,000	184,000	id.	1:264	123	382	id.
14	da Frederigsburg a Richmond	97,4	3,900,000	41,050	une	1:151	,,	,,	id.
15	da Petersburg al Roanuke	94,9	3,470,000	30,000	id.	1:178	,,	1500	id.
16	diramazioni di Balfield	24,0	840,000	35,000	id.	»	,,	,,	id.
17	da Portsmouth al Roanoke	123,5	4,000,000	32,250	id.	1:264	88	1750	id.
	Totale . .	1059,8	68,366,000						
	delle quali { eseguite . .	901,8	61,086,000						
	delle quali { in costruzione	158,0	7,280,000						
	II.° Linee interne.								
1	da Boston a Worcester	69,6	6,670,000	93,950	una	1:173	199	300	macchine
2	da Worcester a Harfort	124,0	7,956,000	64,000	id.	1:166	,,	,,	id.
3	da Boston a Lowel	41,0	4,346.000	106,000	due	1:528	,,	,,	id.
4	di Quincy	5,0	180,000	36,000	una	1:195	42,75	,,	id.
5	da Nuova York ad Herleem	8,0	2,000,000	250,000	dua	»	25,20	,,	cav. e mac. st.
6	da Nuova York a Paterson	25,0	1,100,000	44,000	una	»	,,	,,	cavalli
7	da Albany a Scenectady	25,6	7,590,000	296,500	dua	1:225	136,63	300	—
8	da Scenectady ad Utica	128,0	8,000,000	63,500	una	,,	,,	300	macchine
9	da Scenectady a Saratoga	34,4	1,582,00	46,000	id.	1:350	,,	,,	id.
10	da Troy a Saratoga	39,4	1,579,000	40,000	id.	1:211	,,	,,	id.
11	da Buffalo a Rochester	116,0	2,900,000	25,000	id.	»	,,	,,	id.
12	da Rochester al Lago Ontario	5,0	160,000	32,000	id.	1:17	76,43	,,	mac. etab.
13	da Buffalo a Blackrock	5,0	50,000	10,000	id.	»	,,	,,	—
14	da Itaca ad Oswego	46,3	1,759,000	38,000	id.	1:264	289,00	740	cavalli
15	da Filadelfia a Colombia	131,3	17,363,000	132,240	due	1:117	,,	225	mac. e cav.
16	del Portage	59,0	13,806,000	234,000	id.	1:352	784,15	,,	macchine
17	da Filipsburg a Giunata	44,0	1,500,000	34,000	una	1:124	495,00	,,	id.
18	da Westchester alla strada di Colombia	14,0	540,000	38,600	id.	»	,,	,,	id.

Stati Uniti d' America nell' anno 1834.

Numero progressivo	Veloc. per ora	Spesa per viagg. e per chil.	Val. delle azioni	Peso delle ruotaje	Ingegneri Direttori	OSSERVAZIONI
	chil.	*cent.*	p. °/o	*per metro chilogrammi*		
1	33	,,	124	27 e 20	G. M. Neill	Cominciata nel 1833 compita nel 1836.
2	,,	,,	,,	,,	id.	
3	33	,,	109	20	W. H. Swift	Come quella di Boston fu aperta per due carreggiate, le ruotaje però disposte finora per una sola.
4	,,	,,	,,		G. M. Neill	In progetto.
5	18	,,	115	5	Douglass	Ruotaje su correnti di legnorse n'è valutata la durata a 15 anni.
6	33	8	150	19,42	J. Wilson	Camden è situata sulla Delawara rimpetto a Filadelfia.
7	,,	15,5	115	5,70	Ross Winans	Ruotaie su correnti di legno - in costruzione.
8	6 1/2	,,	123	5,80	Beach	Idem - una strada da Nuova Brunswich a Trenton unirebbe anche per questo lato Nuova York a Filadelfia.
9	,,	8,8	107	,,	Kneass	Idem.
10	,,	,,	148	6,87	,,	Ruotaje su correnti di legno - aperta nel 1832.
11	,,	,,	,,	,,	,,	Progetto in costruzione.
12	,,	,,	,,	,,	Latrobe	Idem.
13	25	2,2	,,	15,75	I. Knigt	La migliore d'America - attraversa Baltimora dove è permesso per sole motore l'uso dei cavalli.
14	24	,,	,,	4	Robinson	Ruotaje su correnti di legno.
15	20	,,	,,	5,25	id.	Idem: è servita de una macchina stabile per scendere al Roanoke.
16	,,	,,	,,	,,	,,	Idem.
17	24	,,	,,	5,25	W. Gwynn	Idem.
1	27	,,	112	19,69	,,	Deve essere continuata fino ad Albany.
2	,,	,,	,,	,,	,,	In costruzione.
3	25	,,	114	19,55	,,	
4	24	,,	,,	,,	,,	La prima strada ferrata costrutta in America.
5	,,	,,	,,	,,	,,	Scorre entro Nuova York e serve per corse di diporto.
6	,,	8	,,	5	,,	Ruotaje su correnti di legno.
7	,,	13	130	5,70	Jarvis	Idem.
8	,,	,,	,,	5,70	,,	Idem: ha due piani inclinati nel rep. 1: 18 lunghi l' uno m. 643 l'altro m. 945 e serviti da macchine stabili.
9	24	19	114	6,87	Jarvis	
10	24	,,	112	6,87	,,	
11	,,	,,	,,	,,	,,	
12	,,	,,	,,	,,	,,	Adoprasi per motore la caduta del Genessee.
13	,,	,,	,,	,,	,,	
14	20	,,	73	6,87	,,	Sonvi due piani inclinati l'uno dei quali ha 0,23 per metro di pendenza.
15	19 a 22	,,	,,	18,70	Wilson	
16	16	32	,,	19,70	Welch	
17	18	,,	,,	5,15	Robinson	Ha sei piani inclinati.
18	,,	,,	,,	,,	,,	

Numero progressivo	DENOMINAZIONE DELLA STRADA	Longh.	COSTO complessivo	COSTO al chilom.	Num. delle car-reg.	Pendenze massime.	Altare super.	Raggio minimo delle cur.	Motore.
		chil.	*franchi*	*franchi*			*metri*	*met.*	
19	da Honesdale a Carbondale	26,0	1,600,000	61,540	una	„	„	„	—
20	di Maoch-Chunck	28,0	336,000	12,000	id.	„	„	„	—
21	da Filadelfia a Germantown	10,5	1,417,000	135,000	id.	1:117	63,00	260	macchine
22	da Germantowo a Norristown	33,4	2,672,000	80,000	id.	1:176	„	300	id.
23	da Norristown a Reading	65,0	5,005,000	77,000	id.	1:290	57,57	300	id.
24	da Reading a Port-Clioton	31,8	3,906,000	126,000	id.	1:277	„	430	id.
25	da Pottsville a Danville	66,0	5,878,000	83,000	id.	„	„	„	—
26	da Baltimora all' Ohio	499,0	70,359,000	141,000	due	1:142	247,00	120	cav. e mac.
27	da Harpers-Ferry a Wiochester . . .	52,0	2,600,000	50,000	una	„	„	„	—
28	da Lexiogton a Looisville	144,0	6,000,000	41,700	id.	„	„	„	—
29	di Chesterfield	21,0	1,050,000	50,000	id.	„	„	„	—
30	da Charleston ad Augusta	218,9	7,004,000	32,000	id.	1:150	265,00	„	cav. e mac.
31	da Augusta ad Atena	184,0	8,250,000	44,825	id.	„	„	„	—
32	da Decatur a Tusucumbia	72,6	3,000,000	50,000	id.	1:211	135,30	460	macchine
33	da Nuova Orleaos a Carrolton	14,0	2,000,000	142,800	due	„	„	„	—
34	dal Missisipi al lago Poochastraiu . .	8,0	2,300,000	288,000	una	„	„	„	—
35	della prateria di contro a Mooreale .	26,0	800,000	30,800	id.	„	„	„	—
36	da Dayton a Sanduski	246,0	10,500,000	42,400	id.	„	„	„	—
37	Strade diverse alle miniere	264,0	6,000,000	22,700	id.	„	„	„	—
	Totale . .	2930,8	219,748,000						
	delle quali { eseguite . .	2135,8	148,483,000						
	delle quali { in costruzione	795,0	71,265,000						
	Totale generale { eseguite .	3037,6	209,569,000						
	Totale generale { in costruzione	953,0	78,585,000						

La Francia emula nell' industria dell' Inghilterra non tardò molto a tentare l' applicazione delle strade ferrate al commercio, e ne aperse adirittura tre d'una considerevolissima lunghezza prima che Stephenson perfezionasse le macchine locomotrici. Esse sono quella da Santo Stefano alla Loira, autorizzata nel 1823, lunga 22 chilometri, e quelle da Santo Stefano a Lione della lunghezza di 58 chilometri, e da Roanne ad Andrezieux lunga 68 chilometri, autorizzate nel 1826. Ma questi primi tentativi, limitati quasi esclusivamente al trasporto del carbon fossile dalle cave di Santo Stefano senza il sussidio provato ora quasi essenziale di quello dei viaggiatori, ebbero esito poco felice, cui concorreva ad aumentare il loro tracciamento che non permette l' uso delle macchine locomotrici che su brevi tratte. Ciò confermò in quel paese l' opinione che le strade ferrate non vi convenissero, onde per dieci anni non si pensò a progettarne delle nuove, se si eccettuino le brevi tratte di Denain e di Epinac ad Ivry presso di

Numero progressivo	Veloc. per ora	Spesa per viagg. a per chil.	Val. delle azioni	Peso delle ruotaje	Ingegneri direttori	OSSERVAZIONI
	chil.	*cent.*	p. 0/0	*per metro chilogram.*		
19	״	״	״	״	—	
20	״	״	״	״	—	Imperfetta nella sua esecuzione.
21	13	״	״	18,00	W. Strickland	
22	״	״	״	16,25	—	
23	24	5	״	19,42	Robinson	Ha una galleria lunga 600 metri.
24	24	״	״	18,00	—	Da Port. Clinton a Pottsoville - chil. 30: in costruzione.
25	14 a 25	10	״	״	—	Ha cinque piani inclinati ed una galleria lunga 750 metri.
26	״	״	100	16,00	—	Terminata solo per la lunghezza di 130 chilom.: ha 4 piani inclinati.
					—	
27	״	״	״	5,70 e 18,00	—	
28	״	״	״	״	—	
29	״	״	״	״	—	
30	12 a 20	״	115	5,70	—	
31	״	״	״	״	—	
32	״	״	״	5,25	—	
33	״	״	״	״	—	
34	״	״	״	״	—	
35	״	״	״	״	—	In costruzione.
36	״	״	״	״	—	Idem.
37	״	״	״	״	—	

Autun che servono ad altre miniere di carbone. Ora conosciutasi meglio la loro importanza si vanno studiando molte altre linee delle quali quella da Parigi a San Germano lunga 50 chilometri fu compiuta nello scorso mese d'agosto (1837), quella da Montpellier a Cette lunga circa 6 chilometri sta per esserlo, e quelle da Parigi a Versaglia lungo ambo le rive della Senna furono autorizzate, senza parlare della strada da Parigi a Brussella, e da Thnn a Mulhause, per l'incontro di quella che fu progettata da Zurigo a Basilea che si stanno studiando. Tutto promette in quel paese uno sviluppo grande di questo nuovo genere d'imprese.

Il Belgio costuitosi in regno indipendente, paese popoloso, piano, manifatturiere ed attivo, e nel quale sono abbondantissime le cave di carbon fossile, e tanto da emulare le inglesi; il Belgio fece ancora di più: tentò quello che nessun'altra nazione ha tentato finora, se si eccettuano alcuni piccoli Stati della Confederazione dell'America Settentrionale, di-

chiarò le strade ferrate di pubbliea utilità e la aperse a cure e spese dello Stato. In breve tutte quelle città saranno fra loro riunite con vie di questo genere, alcune diramazioni delle quali saranno spinte alle frontiere. Considerato Malines come centro, una strada a tramontana tocca Anversa ed è costrutta, una a mezzodì tocca Brussella pure costrutta, e prolungata ai confini francesi dovrà essere congiunta a quella che si è progettata da Parigi a Valenciennes, una terza a levante per Lovanio, Tirlemont e Liegi verrà protratta fino alle frontiere renane, pertinenti alla Prussia dove si è redatto un progetto da Colonia ad Eupen per incontrarlo, finalmente una quarta a ponente per Gand, Bruges ed Ostenda sta per essere aperta. Le strade del Belgio poi sono citate come modelli, giacchè dirette da ingegneri esimii (Simons e De Ridder), i quali si valsero delle esperienze sulle strade inglesi finora costrutte, e v' apportarono molti miglioramenti.

Forse sul continente d'Europa la Germania conta le più antiche strade ferrate. Aveva strade con ruotaje di legno anche prima dell' Inghilterra presso alcune miniere, ed al principiare di questo secolo ne costrusse pure a ruotaje di ferro nell'Alta Slesia presso la Selva Nera. La prima però ad esservi fatta a grandi dimensioni fu quella da Budweis a Linz, e la prima a cui fu applicata la macchina locomotrice quella da Norimberga a Fürth, se si eccettuano alcuni tentativi fatti nel 1828 a Saarbrüch sopra una piccolissima tratta di strada ferrata che serve ad una cava di carbone.

La strada da Linz a Budweis per riunione della Moldava al Danubio nell'Austria fu costrutta dal 1826 al 1832 sotto la direzione in gran parte del cav. De Gerstner, è ad una semplice carreggiata, colle ruotaje esili, chiodate a correnti di legno, lunga 17 miglia austriache (chil. 134), e costò 1,686,600 fiorini di convenzione (fr. 4,385,160). Serve al trasporto di sale, legna da fuoco e persone col mezzo di cavalli.

Una seconda strada similmente formata fu costrutta da Praga a Pilsen lunga diciannove miglia e mezzo austriache (chil. 155). Sulla stessa un cavallo strascina 40 viaggiatori, o 122 centinaja in tre furgoni a trotto slanciato, e compie in un quarto d'ora una lega (chil. 8) di via.

Una strada da Vienna a Boehnia in Gallizia fu principiata lo scorso anno, lunga 60 miglia tedesche (chil. 450) con diramazioni per Brünn, Olmüz, Troppau, Dnory e Wielieza. Al principiare del corrente anno 1838 fu aperto al pubblico il tronco da Vienna a Wagram lungo 6 miglia.

La strada da Norimberga a Fürth lunga quasi un miglio tedesco (chil. 7, 80), formata da spranghe ferree cilindrate e solidissime e bene ese-

guita, costò 175,000 fiorini (fr.445,000). È servita da due macchine locomotrici, e da 11 cavalli alternativamente. Ecco il risultamento del paragone di questi due motori su quella strada. Colle macchine si trasportarono in 2364 viaggi 245,809 persone, e si ebbe la spesa di 4655. 23 fiorini, ossia fr. 12,052, quasi due fiorini per viaggio, ritenuto il prezzo medio del carbone a fiorini 1. 52 ¼ al centinajo (fr. 87 alla tonnellata), e si trasportarono per ogni viaggio più di 100 persone, onde ne risulta la spesa di carantani 1, 2 per persona, ossia fr. 0, 05. Il servizio di 11 cavalli costò in 6000 viaggi, trasportando 203,590 persone, fiorini 3394.2 (fr. 8826). Ogni viaggio quindi costa 34 carantani, e serve a 33 persone: poco più d' un carantano per testa (fr. 0, 04). La piccola economia risultante dall'uso dei cavalli è ampiamente scontata dalla maggior lentezza del corso.

Finalmente un' altra strada tedesca, che è per essere compiuta, per tacere della piccola di Friburgo nel Gran Ducato di Sassonia, lunga 911 piedi (m. 255), e di quella ad una sol ruotaja a servizio della fortezza di Posen; è quella da Lipsia a Dresda principiata nel 1836, lunga 202,074 ellen di Sassonia (chil. 114), che ha 400 piedi (m. 1120), di raggio minimo per le curvature, ed una massima pendenza di $\frac{1}{200}$. La spesa presuntiva fu per essa calcolata a talleri del Reno 4,386,000.

Sono queste, che io sappia, le strade finora aperte in Germania: moltissime se ne progettarono, e se ne progettano tutto dì, e certamente fra pochi anni molte ne saranno mandate ad effetto. In quei climi rigidi nei quali il verno rende impraticabili le vie per acqua, serviranno esse assaissimo a mantenere attivo il commercio anche in quella stagione, vantaggio certamente di non piccola entità.

Questo motivo le farà pure adottare a preferenza nella Russia, dove non è ancora alcun sistema regolato di strade anche comuni. È famosa la strada da Pietroburgo a Zarco-celo e Paulosch costrutta con tanta arte e rapidità dal cav. Gerstner, ingegnere quanto abile altrettanto attivo, e noi ne femmo più volte cenno nelle note all' opera di Biot per le varie modificazioni introdotte alle pratiche comuni. È lunga circa 27 chilometri, ed ha principio nel centro della città.

Anche in Italia in questi ultimi anni si rivolse l' attenzione alle strade ferrate. Quella da Napoli a Nocera e Castellamare assunta ad una compagnia d' azionisti francesi sotto la direzione e col progetto di A. Bayard de la Vingtrie, sarà cominciata nel corrente anno 1838, e quelle da Milano a Como, a Monza, e la più importante di tutte a Venezia, si stanno sviluppando, e giova sperare non infruttuosamente pel bene ed il vantaggio del bel paese.

APPENDICE QUARTA.

ELENCO DELLE MIGLIORI OPERE CHE TRATTANO DELLE STRADE FERRATE.

A compimento del presente Saggio presentiamo ai nostri lettori un catalogo delle migliori opere che trattarono l'argomento delle strade ferrate, prevalendoci principalmente dell'elenco che va unito all'opera del professore Plieninger: *Ragguaglio sulla strada da Brussella a Malines*, Stuttgarda 1836. Questa enumerazione è divisa in quattro parti, nella prima delle quali si comprendono le opere che trattarono l'argomento in generale, nella seconda quelle che trattarono di alcune strade in particolare, nella terza i trattatisti delle macchine locomotrici, nella quarta finalmente si enumerano i giornali che si occupano principalmente di questo genere di imprese.

ARTICOLO PRIMO.

Opere generali.

Th. Tredgold. A pratical treatise ecc. Trattato pratico sulle strade ferrate, i furgoni e le macchine locomotrici e stabili. Londra 1825: la 2.ª edizione nel 1835 (scel. 8) in-8. 4 tav.

Avvene una traduzione francese:

Traité pratique sur les chemins de fer et sur les voitures destinées à les parcourir: par M. *Tredgold.* Trad. franc. par *Duverne.* Parigi 1826. (fr. 5) in-8. 4. tav.

Nicholas Wood. A pratical treatise ecc. Trattato pratico sulle strade ferrate. Londra 1825, la 2.ª edizione nel 1832 (scel. 18) in-8.

Una terza edizione dev'essere stata pubblicata. Ne fu pur fatta una traduzione francese:

Nich. Wood. Traité pratique des chemins de fer, traduit de l'anglais sur la 2.ª édition avec des notes et additions par MM. *de Montricher*, *C. de Franqueville et H. de Roultz* in-4. 14 tav. Parigi. 1834. (fr. 15.)

Thomas Grahame. A letter ecc. Lettere a

Nic. Wood sul confronto dei canali colle strade ferrate. Londra 1831. (scel. 1).

Reports on Canals ecc. Ragguaglio intorno i canali, le strade ferrate ed altri oggetti della Società di Pensilvania per l'incoraggiamento delle comunicazioni interne, di *Gugl. Struckland*. con 71 tav. Filadelfia 1826 (lire 1. 16, 172).

Pare che ne sia stata fatta una 2.ª edizione a Londra nel 1832.

Ios. Briestley. Historical accont ecc. Storia de' fiumi e canali navigabili e delle strade ferrate. Londra 1831.

Observations on a general Iron-railway ecc. Osservazioni generali sulle strade ferrate, e confronto coi canali, con molte carte geografiche. Londra. 1822 (scel. 6. 6),

Thomas Gray. Observations on a general Iron-railway ecc. Osservazioni sulle strade ferrate. 5.ª edizione in-8. Londra 1285 (scel. 8. 6.)

Émile Béres. Élémens d'une nouvelle legislation des chemins vicinaux, grandes ruotes, chemins de fer, rivièrs et canaux, in-8 Parigi 1833.

Herny Palmer. Description of ecc. Descrizione di ruotaje costrutte con nuovi principj. 2.ª edizione in-4. Londra 1826.

Rich. Badnall. A treatise ecc. Trattato delle strade ferrate colla spiegazione delle difficoltà ed inconvenienti che vi si incontrano ecc. Londra 1833.

Rob. Stephenson, and Ios. Locke. Observations ecc. Osservazioni intorno ai vantaggi relativi delle macchine stabili e delle locomotrici applicate alle strade a guide di ferro. Liverpool 1830.

Walker et Rastrick. On the comparative ecc. Intorno ai vantaggi relativi delle macchine locomotrici e stabili. Parigi 1831.

Minard. Leçons faites sur les chemins en fer à l'école des ponts et chaussées en 1833-34, in-4. con tavole litog. Parigi 1834 (fr. 7).

Instruction sur les routes, sur les chemins en fer, sur les canaux et les rivières etc. à l'usage de l'école d'application do corp royale d'état major in-8. 2 tav. Parigi 1827. (fr. 25.)

L. Coste et Perdonnet. Memoire sur les chemins à ornières, in-8, 2 tav. Parigi 1830.

M. I. Cordier. Considerations sur les chemins de fer, in 8. 3 tav. Parigi 1830.

Lo stesso autore parla delle strade ferrate anche nelle seguenti opere:

M. I. Cordier. Essais sur le construction des routes, des ponts suspendus, des barrages ecc. in-8. 22 tav. Parigi, 1823.

M. I. Cordier. Essais sur la construction des routes, des canaux, et la législation des travaux publics. 2. tomi in-8. Parigi 1828.

Theod. Olivier. Memoire sur le système des courbes à petits rayons des chemins de fer de M. Laignel, in-4. 2 tav. Parigi 1836.

Wm. Iackson. A lecture on rail-roads. Lezioni sulle strade ferrate, in-8. Boston 1829

Franz. Ios. von Gerstner. Handbuch ecc. Manuale di meccanica pubblicato da Fr. Ant. Gerstner 3 vol. in-4. con 109 tav. Praga 1833 (tal. 24).

Franz. Ant. von Gerstner. zwei Abhandlungen ecc. Due dissertazioni sui mezzi di trasporto e le strade, e sulla questione se ed in qual caso sia preferibile la costruzione di un canal navigabile a quella di una strada ferrata o comune. in-8 con 2 tav. Praga 1823. (tal. 2).

C. Terquem. Memoire sur les grandes routes, les chemins de fer et les canaux de navigation, traduit de l'allemand de M. de Gerstner, précédé d'une introduction par *P.S. Girard* in-8. Parigi 1827. (fr. 6,50).

Ioseph von Baader. Neues System ecc. Nuovo sistema di meccanica pe' trasporti, ossia completa descrizione delle strade ferrate e dei furgoni ecc. in gr. fol. con 16 tav. Monaco 1822 (tal. 36. 16).

Idem. Ueber die neuesten Verbesserungen ecc. Sopra i più recenti perfezionamenti e l'universale introduzione delle strade ferrate. Monaco in-8, 1817.

Idem. Ueber die Methode ecc. Intorno al metodo di una miglior costruzione delle

strade ferrate e dei furgoni, letto il 25 agosto 1826 nella R. Accademia delle Scienze. Monaco 1826.

Idem. Ueber die Vorzüge ecc. Sui vantaggi della costruzione di una strada ferrata a preferenza di un canale navigabile in particolar rapporto alla progettata rinnione del Danubio al Reno. In 8. Monaco 1828.

Idem. Ueber die Einführung ecc. Della introduzione delle strade ferrate in Germania. Lipsia 1836.

C. A. Henschel. Neue Construction ecc. Nuova costruzione di strade ferrate, ed impiego dell'aria compressa pel moto de'carri. In 4. 2. tav. Cassel 1833 (tal. 1).

Idem. Vorschlag zu Anwendung ecc. Proposta dell'impiego di una fune di ferro sulle strade ferrate in continuazione del trattato sulla costruzione delle stesse coll'uso dell'aria compressa. In 4. Cassel 1833.

L. P. Albert. Verzeichniss, von (141) Eisenbahmen ecc. Catalogo di 141 strade parte costrutte, parte progettate in Inghilterra Francia, Belgio, Germania ed America Settentrionale, coll'indicazione della loro lunghezza, pendenza, costruzione, costo, mezzi di trasporto, spese e redditi, riunito in una tabella. Ulma 1836.

Sammlung der von 1776 bis 1836 in Betreff der Eisenbahnen ecc. Raccolta delle osservazioni proposte e miglioramenti che risguardono le strade ferrate costrutte in America, Inghilterra, Francia e Germania dal 1776 al 1836. In 8. con tavole. Norimberga presso *Leuchs* e comp. 1836.

Prechtl. Die technologische Encyclopädie ecc. Encielopedia tecnologica tomo V. all'articolo *Eisenbhan* (strade ferrate).

C. von Oeynhausen und H. von Dechen. Ueber die Schienenwege ecc. Intorno alle strade ferrate d'Inghilterra, osservazioni ricavate da un viaggio fatto negli anni 1826 e 1827. Nell'archivio delle miniere tom. XIX. ed anche separatamente Berlino 1829.

Ed. Biot. Manuel du constructeur des chemins de fer. in 16. Parigi 1834. Ebbe a traduttore in Germania il *Dr. Chr. Heinr. Schmidt.* Weimar 1835 (tal. 1. 8.)

A. L. Crelle. Einiges allgemein Verständliche ecc. Vedote generali intorno alle strade ferrate particolarmente per quelli che vi prendono parte come azionisti. Berlino 1855.

Fr. List. Eisenbahn-Journal ecc. Giornale delle strade ferrate, e magazzino nazionale pel progesso del commercio, arti ed agricoltura ecc. Altona 1835 e 36, con tavole.

I. W. Schmitz. Grundlage eines allgemeinen Creditvereins ecc. Base di una riunione generale di credito per la costruzione delle strade ferrate. Lipsia 1833 in-8. (tal — 6.)

Idem. Abhandlung über Eisenbahnen ecc. Trattato sulle strade ferrate ed i trasporti a vapore per riguardo ai vantaggi ed alle difficoltà di queste imprese ecc. Lipsia 1834 in-8.

Kurze Abhandlung über Einsenbahn-Unternehmungen. Breve trattato sulle imprese delle strade ferrate. Garthe 1834.

H. Fairbaire. Treatise or the political economy of rail-roads. Trattato intorno l'economia politica delle strade ferrate. Londra 1836, in-8.

Navier. Note sur le mouvement uniforme des waggons dans les parties des chemins de fer qui sont tracées en ligne courbe. Annales des ponts et chaussées. tomo XI. 1834.

Idem. Note sur la comparaison des avantages respectifs de diverses lignes de chemins de fer, et sur l'emploi des machines locomotives. Ivi. tomo XIII 1835.

Idem. Nouvelles considérations sur l'emploi des machines locomotives dans les chemins de fer, et sur l'influence des pentes rélativement à la dépense du transport. Ivi tomo XV. 1836.

Queste due ultime memorie furono tradotte in inglese da

John Macneil. On the Means ecc. Londra 1836.

Allgemeine Beleherungen ecc. Istruzioni generali sulle strade ferrate di un tecnico, Mainz 1836 con 3 tavole.

Dr. Karl Hartmann. Praktisches Handbuch ecc. Manuale pratico sulla costruzione delle strade ferrate in-8. con 16 tavole. Augusta 1837.

Mellet et Henry. Traité des chemins de fer comparés avec les canaux et les routes ordinaries. Parigi 1828.

Pillet-will. De la dépense et du produit des canaux et des chemins de fer. Parigi 1837. in-4. con atlante.

Klaus. Praktisches Handbuch ecc. Manuale pratico dell'architetto delle strade comuni e di quelle ferrate, ecc., 2. vol. con tav. Erfurt 1837.

Dav. Hansemann. Die Eisenbahnen und deren Actionaire ecc. Le strade ferrate ed i loro azionisti considerati ne' rapporti collo Stato. Lipsia 1837, in-8.

Surville. Les routes en fer considerées comme spéculation financiaire. Parigi. Ve n' ha una traduzione tedesca. Colonia 1835.

Nic. Cavalieri San Bertolo. Istituzioni d'Architettura Statica ed Idraulica. Bologna 1837. nel libro III.

ARTICOLO SECONDO.

Opere relative a strade parziali.

Henry Booth. An account on the Liverpool-Manchester Railway. Ragguaglio intorno alla strada da Liverpool e Manchester. Liverpool 1830. Opera tradotta e riportata negli Annali francesi di ponti e strade.

History and description of the Liverpool and Manchester Rail-way Liverpool 1832. in-8.

Ch. Sylvestre. Report on rail-roads ecc. Rapporto intorno alle strade a ruotaje ed alle macchine locomotrici, diretto al comitato per la strada tra Liverpool e Manchester. Londra e Liverpool 1827 in-8.

A. Andelle. Considérations sur l' essor à donner en France aux chemins de fer, suivies des details de dépenses et produits du chemin de fer de Liverpool à Manchester depuis son ouverture. Paris 1833.

G. Moreau. Description raisonée et vue pittoresque du chemin de fer de Liverpool à Manchester. Parigi 1831 in-4 con 5 tav.

Havvene una traduzione tedesca. Weimar 1832.

Das grösste Wunderwerk unserer Zeit ecc: Il più gran miracolo dei nostri tempi, ossia la strada ferrata colle locomotrici tra Liverpool e Manchester in Inghilterra. Norimberga. 1830, con 13 tav. (tal. 1. 12).

Memoire sur les chemins de fer de St. Étienne à Lyon par St. Chamond. Rive-de-Gier et Givora. Parigi. 1826, in-4 con 1. tavola. (fr. 3).

Seguin fréres et Biot gérantes. Compte rendu aux actionnaires du chemin de fer de St. Étienne à Lyon. Parigi 1826. in-8.

Réglement intérieur de la compagnie du chemin de fer de St. Étienne a Lyon arrêté par le conseil d' administration. Parigi 1827.

Rapport du conseil d' administration de la Compagnie du chemin de fer de St. Étienne à Lyon à l'Assemblée génerale des Actionnaires. Parigi 1828.

État de la situation de la Compagnie du chemin de fer de St. Étienne a Lyon. Lione 1828.

Statut de la Société du chemin de fer de St. Étienne a Lyon. Parigi 1827, in-8.

Hyacinthe Bruchet. Considérations sur un chemin de fer de Paris a Lyon par la

ecc. Vantaggi della costruzione di una strada ferrata fra la Moldava ed il Danubio. Vienna 1825, in-8.

Idem. Bericht an die Actionaire ecc. Ragguaglio agli azionisti intorno allo stato dei lavori della I. R. impresa privilegiata della strada a ruotaje tra la Moldava ed il Danubio. Vienna 1827.

Idem. Ueber die Vortheile der Unternehmung ecc. Vantaggi dell'impresa d'una strada ferrata tra la Moldava ed il Danubio. Vienna 1829 in-4.

Bericht über den Stand ecc. Ragguaglio sullo stato dell' impresa della strada ferrata tra Budweis e Mauthausen stesa dalla Direzione della Imp. privilegiata Società. Vienna 1829.

Das Project der Wiener-Bochnia-Eisenbahn ecc. Il progetto della strada ferrata da Vienna a Bochnia considerato sotto l'aspetto tecnico, commerciale e finanziario in-4 con carta. Vienna 1836.

Erwiederung auf die Einladung ecc. Corrispondenza per la formazione di una Società per la costruzione di una strada ferrata con macchine locomotrici da Norimberga a Fürth. Norimberga 1833, in-8.

M. B. Wellmer. Bericht an die Herren Actionaire ecc. Rapporto ai signori azionisti ed al pubblico sulla formazione della strada ferrata Lodovica. Norimberga in-8.

Statuten der Ludwigs-Eisenbahn-Gesselschaft. Statuti della società della strada Lodovica a Norimberga. 1833.

Joh. Scharrer. Deutschlands erste Eisenbahn ecc. Prima strada tedesca con macchine locomotrici, ossia trattato della strada ferrata Lodovica a Norimberga, in-4. Norimberga 1836 (tal. 1.)

G. Rebenstein. Stephensons Locomotive ecc. La macchina locomotrice di Stefenson sulla strada Lodovica, considerata in riposo ed in attività, in-8, con 2 tav. Norimberga 1836.

M. v. Prittwitz. Die Schwebende Eisenbahn ecc. La strada ferrata sospesa di Posen, e progetto di una grande strada ferrata negli Stati prussiani, in-8. Posen 1834.

L. Newhouse. Vorschlag zu Herstellung ecc. Proposizione per l'aprimento di una strada ferrata nel granducato di Baden da Manhein a Basilea ed al lago di Costanza, in-8 con 2 disegni. Carlsruhe 1833, (tal. 1.)

Jos. v. Baader. Vorschläge zu einer Eisenbahn, ecc. Proposta d'una strada ferrata tra Monaco e Starnberg. Monaco 1832.

Ueber projectirte Eisenbahnen ecc. Sulle strade ferrate che si progettarono nel regno d'Annover. Annover 1835.

Zur Eisenbahn von Hannover ecc. Sulla strada ferrata da Annover e Brunswich ad Amburgo.

F. Gländer. Kurze Darstellung ecc. Breve esposizione delle più importanti condizioni relative alle strade ferrate, in particolare a quella fra Amburgo, Brema ed Annover, in-8 con tav. Annover 1834.

Taylor. Remarks on the proposed Railway from Hamburg to Hannover and Brunswiek. Amburgo 1835.

Berichte (sieben) das Eisenbahn-Comité zu Leipsig an das Publikum. Sette rapporti al pubblico dell'Amministrazione della strada ferrata da Lipsia a Dresda. Lipsia 1835.

Die Eisenbahn ecc. La strada ferrata, ossia chiara descrizione della sua costruzione e dei suoi vantaggi con un prospetto delle strade progettate in Germania ed un ragguaglio su quella da Lipsia a Dresda. Lipsia 1836, in-8, con 4 tav.

Prospectus über die Erbaunung ecc. Prospetto d'una costruzione d'una strada ferrata da Saarbrucke fino alla frontiera del Reno a Manhein. Saarbrucke 1836.

Stein. Ansichten ecc. Vedute intorno alle strade ferrate di Germania e intorno ai diversi progetti di congiunzione della città di Francoforte sul Meno, Magonza, Darmstad e Wiesbaden, con tav. Magonza 1837.

Franz Ant. v. Gerstner. Erste Russische Eisenbahn ecc. Prima strada ferrata in Russia da Pietroburgo e Zarco-Celo e Paulosk. Ragguagli cinque. Pietroburgo e Lipsia 1836 e 1837.

Egen. Mittheilungen vermischten Inhalts ecc. Diverse memorie sulle strade ferrate inglesi. Negli atti della Società d' Industria di Berlino 1834.

John Rennie. London et Brighton Railway. Strada ferrata da Londra a Brighton. Grande Atlante in due parti. Londra 1835.

Ben. Thompson. A plan et section ecc. Piante e sezioni della progettata strada a ruotaje di ferro da Newcastle a Carlisle. Atlante. 1828.

Extracts from the minutes ecc. Estratto dei processi verbali, istituiti per la concessione del bill relativo alle strade da Londra a Birmingham in-8 con carte. Londra 1832.

Lengths and Levels ecc. Lunghezza e pendenza dei canali e fiumi navigabili, e delle strade ferrate delle principali parti d' Inghilterra. Londra 1833.

Jam. Walker. Prospectus ecc. Prospetto delle strade ferrate del Nord e dell'Est, ossia tra Londra e York e Norwich. Londra.

Jos. Gibbs. Altra linea da Londra a York e Norwich. Londra 1836.

Th. Storkey. Plan of the great north ecc. Piano della strada ferrata fra York e Newcastle.

Hen. Palmer. South-Eastern Railway. Strada ferrata del Sud-Est tra Londra e Douvres. Londra 1835.

Rob. Wil. Brandlings. Junction Railway. Strada ferrata d' unione fra Newcastle sulla Tyne, North-Schields, Bishop Wearmouth e Sunderland. Londra 1835.

Gius. Bruschetti. Progetto della strada di ferro da Milano a Como. Milano 1836 con. tav

F. F. Osservazioni sulla forma delle rotaje per la progettata strada in ferro da Milano a Como. Milano 1837.

C. Cattaneo. Osservazioni intorno alla strada ferrata da Milano a Como dell'ingegnere G. Bruschetti. Milano 1837.

Idem. Sulla linea da seguirsi per la strada ferrata da Milano a Venezia. Milano 1837.

Strada ferrata da Venezia a Milano. Venezia 1837 in-4 con 2 tav.

Memoria dei Bergamaschi sulla linea della strada da Milano e Venezia, ed osservazioni del dottor *Carlo Cattaneo.* Milano 1837.

C. E. Mannsfeld Europa's Eisenbahnen ecc. Strade ferrate d' Europa Meisser. 1837, in-16.

Gul. Tell Poussin. Travaux d'améliorations intérieurs projétés et exécutés par le Gouvernement général des États-Unis d' Amérique. Parigi 1833 in-8 con tavole.

Idem. Chemins de fer Américains. Parigi 1835, in-8 con tav.

Queste opere di Poussin furono tradotte in tedesco da *H. F. Lehritter.* Regensburg. 1837.

Michel Chevalier. Lettres sur l' Amérique du Nord. Tom. 2, Parigi 1835.

ARTICOLO TERZO.

Opere relative alle macchine locomotrici.

Alex Gordon. Historical and pratical ecc. Trattato storico e pratico intorno all'uso delle macchine locomotrici sulle strade comuni, in-8. Londra 1832. con 14 tav.

Havvene una traduzione tedesca. Weimar 1833, in-8 (tal. 2. 2).

Charles Dancés. Aconcise history ecc. Succinta storia de'carri a vapore sulle stra-

de comuni e del loro progresso. Londra 1833, in-8 (scel. 1. 6).

Godesworthey Gurney. Observations etc. Osservazioni intorno ai carri a vapore sulle strade comuni. Londra 1832.

Mary. Notice sur les voitures à vapeur employées en Angleterre sur les routes ordinaires. Parigi 1834, in-8.

Simons et De Ridder. Des voitures à vapeur destinées aux transports sur les routes ordinaires, in-4. Brussella 1834.

Jos. v. Baader. Die Unmöglichkeit etc. L'impossibilità di impiegare con vantaggio le macchine a vapore sulle strade comuni ecc. Norimberga 1835, in-8.

Alex. Lips. Die Unanwendbarkeit etc. L'inapplicabilità delle strade inglesi alla Germania e sostituzione delle macchine locomotrici sulle strade comuni migliorate ecc. Norimberga 1833, in-8.

L. Kufahl. Theoretische und practische Abhandlung etc. Trattato teorico e pratico sulle macchine locomotrici con una Appendice intorno alle stesse come mezzi di trasporti sulle strade comuni. Berlino 1833, in-8 con una tav.

L. Newhouse. Ueber Chanssee Dampfwagen etc. Intorno alle macchine locomotrici sulle strade comuni a vece di quelle ferrate in Germania. Mannheim 1835, in-8.

F. M. Guyonneau de Pambour. Traité theorique et pratique des machines locomotives. Parigi 1825, in-8, con 4 tav. (fr. 7, 50).

Havvene una edizione fatta dallo stesso autore in Inglese. Londra 1835.

Tredgold. The Steam-Engine etc. La macchina locomotrice, storia, principj, proporzioni e principali sue applicazioni. Londra 1827, in-4, con tav.

Quest'opera fu tradotta in francese da *Mellet*. Parigi 1828.

Severin. Beitrage etc. Ajuto a conoscere le macchine locomotrici. Berlino 1829.

Bernouilli. Handbuch der Dampfmachinen etc. Manuale della macchina locomotrice ad uso dei tecnici e degli amatori di meccanica. Stuttgarda 1833 in-8, con 12 tav. (tal. 2 1/6).

Verdam. Grundsatze etc. Principj coi quali devonsi giudicare e costruire le macchine locomotrici, tradotti dall'Olandese da *C. A. Schmidt*. Weimar, in-8, con 12 tav.

Description des Locomotives Stephenson. Brusella 1835 in-16, con 6 tav.

Lardner. The Steam-Engine etc. Le macchine locomotrici chiaramente descritte in particolare nella loro pratica applicazione alle strade ferrate, e cenni su esse strade e loro costruzione. Londra, sesta edizione, 1836,

Havvene una truduzione tedesca. Lipsia, 1836.

ARTICOLO QUARTO.

Giornali.

List. Eisenbahnen journal.

Crelle. Journal für die Baukunst.

Karsten. Archiv für Mineralogie, Geognosie etc.

Weber. Zeitblatt für Gewerbtreibende.

Dingler. Polytechnisches journal.

The American Rail-road journal: Newyork.

The Franklin journal and American Mechanics Magazine von *Thom. P. Jones*.

Journal de l'Industriel et du Capitaliste. Parigi, 1836.

Annales des Ponts et Chaussée.

Giornale di Statistica ed Economia Pubblica.

Biblioteca Italiana.

Ape delle Cognizioni Utili.

Eco della Borsa.

FINE DELLE APPENDICI.

LE

STRADE FERRATE

E I LORO

IMPRENDITORI

CONSIDERATI NEI RAPPORTI

COLLA

PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

MEMORIA

DI

Davide Hansemann.

INTRODUZIONE

Dappoichè sul continente europeo si incominciarono a conoscere le prime strade ferrate inglesi ed americane, ed i maravigliosi loro risultamenti; che si videro alcuni tentativi fatti nell'Austria parte incagliarsi, parte rimanere di gran lunga al di sotto dei vantaggi che ripromettevansi; quindi in Francia non sortire un esito troppo felice i primi esperimenti: dovette a ragione sorgere dubbio nei Governi, che le strade ferrate non fossero compatibili coi nostri rapporti. Intanto i risultamenti ingigantirono rapidamente in America ed in Inghilterra, e loro tenevano appresso oculatamente non solo i Governi, ma ben anche l' industria dei privati.

Nel Belgio segnatamente molte circostanze si combinavano perchè il Governo abbracciasse la determinazione di erigere le strade ferraté a conto dello Stato. Numerosa popolazione sopra una superficie in proporzione piccola, molte e grandi città fra loro poco discoste, molta attività di commercio nell'interno: tutto questo prestava una certezza quasi matematica che lo Stato non arrischiava un' impresa pericolosa. Egli inoltre aveva il massimo interesse a stabilire un mezzo di trasporto più economico dalla Schelda al Reno; finalmente aveva in veduta l'urgente bisogno di fondere ed amalgamare maggiormente le diverse popolazioni di questo nuovo Stato in una nazionale unità, e di emanciparsi nello stesso tempo coll'esecuzione di una grandiosa impresa, come Stato consolidato, dalla schiera degli altri. E così avvenne che nel Belgio si abbracciò la determinazione di erigere le strade ferrate a conto dello Stato, e fu mandata ad effetto, mentrechè in Alemagna e nella Francia diè di piglio all' impresa l'industria privata.

La nozione dei risultamenti maravigliosi della strada di ferro belgica, prima d' ogni altra condotta a termine, e di quella che venne costrutta tra Norimberga e Fürth, eccitò in eminente modo la speculazione in Germania, e si volse all' intraprendimento delle strade ferrate spesso senza la menoma conoscenza delle proprie sociali relazioni. La smania strabboc-

chevole che si sviluppò in quest' occasione, fece nascere presso i Governi il contrapposto: grandissima precauzione, o diffidenza. In Prussia però non si ebbe mai l' idea d'impedire l' attivazione delle strade ferrate, ed in Germania tosto che furono rimosse le difficoltà che si opponevano alla loro attivazione, si stabilì per principio che la loro utilità sarebbe riescita tanto eminente che anche concedendo i massimi vantaggi agli Azionisti, non si sarebbe potuto ottenerne i vagheggiati risultamenti colla celerità desiderabile pel beneficio del paese. Questa idea anch' essa ha dei validi appoggi, in ispecie la popolarità. Intanto a poco a poco crebbero le esperienze, le quali servono a rettificare le viste tanto dei Reggenti che dei sudditi. Ferma volontà dei primi si è di concedere le strade ferrate perchè di utile generale. La sola difficoltà è questa: o di trovare motivi valevoli e giusti a determinarsi di erigerle a conto dello Stato, o quando ciò non possa effettuarsi, di stabilirne in tal modo le condizioni, che esse non turbino le vigenti instituzioni dello Stato, soddisfino agli Azionisti, ed anche proteggano e promuovino i più essenziali interessi del paese.

L' incessante lodevole sforzo di superare quest'ostacolo, è precipuamente la causa per cui in Prussia non progredisce tuttora la costruzione delle strade ferrate. Ciò porterà, è vero, una dilazione svantaggiosa agli interessi di qualcuno: la generalità però guadagnerà sempre. Mentre avvedute Società Private non vogliono accordarsi alle proposte condizioni, e mentre che contestazioni d'ogni sorta sono d' inciampo tuttora alla costruzione delle strade in discorso, si richiamano nuove idee e nuove viste sui mezzi non solo di potere ovviare a tali ostacoli, ma anche sul punto di vista dal quale devono essere considerate le strade ferrate nel più alto interesse dello Stato.

La più essenziale quindi delle vedute che io presento in quest' opera, non mi appartiene originalmente, sibbene mi sono informato alle idee degli impiegati dello Stato, coi quali ebbi ad intrattenermi nel mio lungo soggiorno a Berlino come rappresentante e promotore degli interessi della strada ferrata d' Aquisgrana. Se in questo mio scritto vi è qualche cosa di meritorio per la pratica utilità, o per la generale applicabilità, deve solo attribuirsi al non essere imperito in alcune commerciali transazioni, ed all' avere speciale familiarità nella amministrazione di società d' azionisti, per cui mi fu possibile di riunire ciò che poteva essere di competenza dell' uomo di Stato, con quello che appartiene al commerciante.

4 *Gennajo del* 1837.

L' Autore.

SEZIONE PRIMA.

PRODOTTI O VANTAGGI DELLE STRADE FERRATE.

CAPITOLO PRIMO.

BASE DELLE CALCOLAZIONI.

§. 1. Quando con ripetuti esperimenti si è imparato a conoscere il valore di un manufatto o di un prodotto, gli elementi che lo costituiscono ed i requisiti con cui ricavarlo, allora chiunque sia dotato di comune intendimento può in generale giudicare di queste circostanze, senza bisogno di avere le cognizioni tecniche indispensabili al fabbricatore od all'intrapreditore. Lo stesso è delle strade ferrate e dei prezzi di trasporto sulle medesime.

§. 2. Quanto agli effetti delle strade ferrate, non è più necessario il credere alla teoria, giacchè di presente possediamo esperienze troppo certe sui punti più essenziali. Se ne possono desumere conclusioni o risultamenti parziali; ma è già chiaramente dimostrato come a diversità di condizioni o coi progressi dell'arte, debbano modificarsi anche i risultamenti, giacchè anche su questo particolare qualunque uomo di retto giudizio ne può ragionare a proposito.

Da questi punti di vista, io muoverò nel calcolare o preventivare la spesa erogabile per la costruzione di strade ferrate, e per istabilirne le tariffe di trasporto. Abbiamo già fin d'ora delle fonti abbondanti da cui

ritrarre dati sicuri: molti ne attinsi specialmente dalle opere di Poussin (1), Henz (2), Pambour (3) e Gerstner (4).

§. 3. Nell'economia politica solo allora può venire ammessa come certa regola, quando a circostanze ed a condizioni eguali gli analoghi risultamenti sono costanti. Istessamente si debbono rintracciare anche le regole relative all'utilità delle strade ferrate. Onde maggiormente persuadere della loro esattezza, bisogna, per quanto è possibile, dimostrare come la regola derivata dall'esperienza viene sostenuta anche dalla natura delle circostanze e delle relazioni, o concorda coi canoni universalmente ricevuti in economia politica. Intanto solo di rado esaminerò queste ultime, presupponendole note ai colti lettori, giacchè facendo altrimenti, devierei dal mio assunto, ed arriverei a comporre un trattato di economia politica.

§. 4. Tanto nelle calcolazioni che nei progetti, come nel dedurne i risultamenti, devesi considerare soltanto il ragguaglio in grande. Eccezioni come le seguenti: se questa o quella tratta di strada sarà per riuscire più o meno diretta, oppure se il trasporto costerà più o meno di quello che fu valutato, ed altre somiglianti riflessioni, a nulla rilevano. Quello che importa è di sapere se in Germania, ed in generale dappertutto ove non si frappongono insormontabili difficoltà del terreno, od abbisognino spese considerevoli a superarle, le strade ferrate siano mezzi di trasporto adottabili per l'aumento effettivo della ricchezza e della forza nazionale; come pure se quell'aumento debba succedere in grado straordinariamente maggiore, quando nello stabilire la tariffa dei trasporti non occorra tener conto delle spese di costruzione. Io mi guarderò bene dall'esagerare: la realtà dei risultamenti con tanta maggior compiacenza sorpasserà l'aspettazione in progresso di tempo.

(1) Chemins de fer américains par Gme-Tell Poussin. Paris, 1835.

(2) Memoria relativa alla compilazione del progetto di costruzione di una strada ferrata tra Colonia ed Eupen, di Lodovico Henz, 1835.

(3) Traité des machines locomotives, par le chev. F. M. Guyonneau de Pambour. Paris 1836.

(4) Primo rapporto sulla strada di ferro da Pietroburgo a Zarskoe-Selo e Pawlowsk di Francesco Antonio Gerstner. Pietroburgo 1835. — Notizia della strada medesima, inserita nel giornale di Architettura di Crelle, Vol. X.

CAPITOLO SECONDO.

SPESE DI TRASPORTO.

§. 5. A. *Spese generiche.* = Le spese di trasporto sopra una strada ferrata sono costituite da questi elementi, cioè:

a) dalle spese di trasporto in genere;

b) dalle spese di manutenzione della strada;

c) dalle spese generali d'amministrazione;

d) dagli interessi del capitale esborsato per la costruzione della strada;

e) dal guadagno, o dividendo che si propongono gli intrapreditori del trasporto od anche quelli della costruzione della strada.

Per coprire queste spese o viene stabilito un prezzo di trasporto, od un pedaggio con una tariffa distinta pel trasporto. Cade subito sotto gli occhi, e nel progresso di questa memoria apparirà ancor più chiaro, che anche nell'ultimo caso gl'elementi di spesa, massime poi quelli alle lettere *b*) e *c*), non possono venire distribuiti con rigorosa esattezza sul pedaggio, nè sulla tassa dei trasporti. Per determinare il prezzo di trasporto da imporsi, le spese *a*) *b*) *c*) verranno esaminate in questo Capitolo, ed il guadagno nel Capitolo susseguente.

§. 6. B. *Spese di trasporto propriamente dette.* — Ammetto come generale il mezzo di trasporto colle macchine locomotrici, dappoichè l'esperienza lo ha dichiarato il più vantaggioso, e quello che più di qualunque altro viene impiegato sulle grandi strade ferrate aperte finora. Stante però il mio assunto di non volere considerare che i risultamenti in grande, trasanderò quei casi ove l'impiego della forza motrice dei cavalli è più proficua.

Nella categoria delle spese suindicate sono a ritenersi:

1.° Gli interessi del capitale per l'acquisto o la costruzione delle macchine locomotrici e dei traini.

2.° Le riparazioni alle locomotrici ed ai furgoni o traini, ed il loro degradamento.

3.° Il combustibile e gli ingrassi.

4.° Le spese degli apparecchi per contenere l'acqua ed il combustibile.

5. Il salario dei custodi od inservienti delle macchine e dei conduttori dei traini.

Queste spese si presentano sotto aspetti assai disparati fra loro secondo la maggiore o minore celerità con cui si effettua il trasporto.

Per semplicità di esposizione, chiamerò con linguaggio convenzionale, *velocità ordinaria, moderata* o *media* una corsa di due leghe (chil. 15, 5) circa in un'ora di tempo, la quale velocità relativamente alla spesa, è la più vantaggiosa; e *velocità completa*, od *assoluta* quella di quattro a cinque leghe (chil. 31 ai 39) per ora, nel qual caso il trasporto degli effetti costa meno che quello delle persone, perchè queste ultime non solo occupano maggiore spazio di quello che occupar può la massima parte degli effetti, ma abbisognano anche di comodi o ricercatezze.

Una essenzialissima influenza sulle spese di trasporto propriamente dette esercita il rapporto d'inclinazione o la pendenza della strada, come anche la maggiore o minore perfezione nel metodo di costruzione della strada medesima.

§. 7. *Spese di trasporto per gli effetti, o generi commerciali in particolare.* — Sulla strada ferrata da Liverpool a Manchester, che secondo Henz è in condizione sfavorevole circa al trasporto degli effetti, la spesa relativa ammonta a quattrini 1, 57 per un centinajo di peso trasportato alla distanza di una lega (cent. 4 per tonnel. e chilom. circa). Gli effetti vengono per lo più trasportati a *velocità completa.* Sulla strada di Darlington, tutte e singole le spese del trasporto pel carbone, ammontano a quatt. 0, 94 per centin. e lega (cent. 2, 4 per tonn. e chil.).

Sulla strada da Lione a Santo Stefano, Henz calcolò queste spese a quatt. 0, 91 (cent. 2, 25).

Poussin, sulla strada da Baltimora a Washington, che ha la ragguagliata pendenza di $\frac{1}{287}$, e che quindi sotto questo rapporto non è delle più felici, con esatto calcolo valutò la massima spesa di trasporto a *velocità media,* a quatt. 1, 43 per centinajo e lega (centesimi 3, 6. per tonn. e chilom.)

Il medio proporzionale di queste quattro analisi, si è di quatt. 4, 21 per centinajo e per lega (cent. 3, 04 per tonn. e chilog.)

§. 8. Molte circostanze danno luogo a fondata certezza, che tali spese diminuiranno ancora notabilmente. Esse sono le seguenti:

1.° L'arte del trasporto colla forza motrice del vapore è ancora nuova, e per conseguenza suscettibile senz'altro di essenzialissimi perfezionamenti; già fin d'ora alle prime macchine locomotrici che si impie-

garono sulla strada da Liverpool a Manchester se ne sostituirono di molto migliori. Anche sulle strade ferrate americane vengono a poco a poco surrogate le prime locomotrici con altre sempre più perfette, come indica Poussin in alcuni esempj. L'idea poi di Gerstner di procurare maggiore spazio alle locomotrici col dilatare le guide della strada, è assai verosimilmente un gran passo al loro perfezionamento, perchè in tal modo si possono costrurre più solide, e con ruote di maggior diametro (1).

2.° Il perfezionamento delle locomotrici funziona appunto assai riflessibilmente nella diminuzione delle spese propriamente dette di trasporto. Sulla strada da Liverpool a Manchester il 56 per % di queste spese è impiegato nelle sole riparazioni delle locomotrici (2). Sulla strada da Baltimora a Washington, Poussin, a velocità media, calcola il consumo ed i ristauri alle locomotrici al 25 per % circa delle spese di trasporto.

3.° Poussin ritiene per certo che perfezionandosi i mezzi di trasporto abbia a diminuirsi della quarta parte l'attuale valore del prezzo, per cui sulla strada ferrata da Baltimora a Washington si ridurrebbe da quatt. 1, 43 a 1, 08 (da cent. 3, 6 a 2, 7).

4.° Nel Belgio, ove le esperienze finora praticate diedero risultamenti non troppo favorevoli in confronto ai calcoli preventivamente instituiti, è stato supposto che a calcolare le spese di trasporto (escluso il pedaggio) a 2 centesimi per tonnellata e chilometro, ossia a quatt. 0, 79 per centinajo e per lega, vi sarà ancora guadagno.

Si potrebbe per avventura obbiettare che il prezzo del carbon fossile ed anche delle macchine locomotrici verrebbe ad essere in Germania e qui in Italia più elevato di quello che nol sia in Inghilterra e nell'America settentrionale, od anche che in taluna delle strade ferrate tedesche i rapporti dell'inclinazione riusciranno meno favorevoli che quelli citati al N. 7.

L'ultima parte di quest'obbiezione è insussistente affatto; giacchè si danno in Germania, e precisamente nella settentrionale ed occidentale, grandi tratte di strade ferrate, le quali hanno una pendenza più vantaggiosa di quelle citate al N. 7.

Nell'Inghilterra è senza dubbio minore il prezzo del carbon fossile che in Germania, quando però non venga reso più elevato con imposta: ma in America, secondo le indicazioni di Poussin, tali imposte o gravezze ascendono dai 15 a 17 grossi d'argento ogni moggio di Berlino, che è un prezzo ben più alto, che non lo è in Germania presso alle cave.

(1) Rileggi in proposito la nota al §. 22 dell'opera di Biot.

(2) Pillet Vill, De la dépense et de produit des canaux et des chemins de fer, pag. 397.

Tutti gli altri svantaggi considerati nella suddetta obbiezione vengono poi compensati con questo, che l'onorario degli assistenti o custodi alle macchine in Germania, è più moderato che in Inghilterra e nell'America settentrionale; in quest' ultima, giusta Poussin, la paga giornaliera di un sorvegliante con un assistente o garzone, è di 4 risdalleri e 7 grossi.

Dunque colla velocità più che sufficiente in via ordinaria di circa due leghe per ora nel trasporto degli effetti, il prezzo di esso trovatosi al §. 7. nella media proporzionale di 1, 21 per centinajo e per lega, non è troppo basso; vi è anzi la massima probabilità, che in Germania sopra strade di ferro ben amministrate, questo prezzo in proporzione possa diminuire molto sensibilmente. Un tale ragguaglio si scema già dai 1, 21 ai 1, 12 per centinajo e lega, quando facciasi riflesso alla dichiarazione di Poussin accennata al N. 3.

Nei casi ove rendesi necessario un mezzo di trasporto per gli effetti, più celere del sopra esposto, non bisognano ulteriori dimostrazioni a persuadere che deve crescere anche l' analogo prezzo.

§. 9. C. *Spese di trasporto per le persone.* — Devesi far distinzione fra il trasporto a velocità media e quello a velocità completa. Nei casi di lento e quindi più economico mezzo di trasporto, che si effettua di regola soltanto per le cose, l' esperienza insegna di non considerare allora che le persone della più bassa classe del popolo. Per ciò bastano i più semplici e meno costosi traini, e se ne possono costrurre di quelli capàci per un buon numero di posti.

In qualunque modo questi furgoni, o carri, costano dippiù di quelli per le mercanzie, fosse soltanto per lo spazio proporzionalmente maggiore che esigono. Inoltre devesi anche calcolare che ogni persona porta seco circa 13 chilogrammi di peso in bagaglio.

Avuto riguardo a tali circostanze, una persona viene considerata corrispondere prossimamente a cent 2 ½, o chil. 128 ½ di mercanzia. E quindi giusta il §. 7 le spese di trasporto sono da regolarsi al prezzo massimo di 3 quatt. per persona e per lega (cent. 0, 46 per chilom.)

Probabilmente il computo è alquanto alterato. Non solo tutte le circostanze esposte nel §. 8 contribuiscono alla diminuzione di questo prezzo, ma anche il fatto (che si riporta nel seguente paragrafo) circa il prezzo di trasporto a velocità completa sulla strada tra Brussella ed Anversa lascia luogo a supporre fondatamente che 3 quatt. a testa ogni lega, per le corse a velocità media con carrozze della classe infima, sia realmente un computo alterato.

§. 10. Considerabilmente maggiori si fanno poi le spese quando la velo-

cità sia di 4 a 5 leghe (31 a 39 chil.) l'ora. Non è necessario di porsi qui a considerare tutte le gradazioni introdotte o da introdursi nella eleganza e comodo dei carri, basta fissare per norma speciale la tariffa per la qualità migliore e più economica.

Sulla strada ferrata tra Brussella ed Anversa per pedaggio, tariffa di traspòrto ed ogni altra contingibile spesa, nelle corse a velocità completa, si pagano a testa e per ogni lega come segue: nei carri d'infima classe acoperti gros. 1, quatt. 4 (cent. 2,5 per chilom.), in carri coperti alquanto migliori gros. 2, quatt. 8 (cent. 5 per chilom.). Con tali prezzi si ha un guadagno considerevole. Le spese particolari di trasporto ascendono nei carri della infima classe a quatt. 3, 06 a testa ogni lega (cent. 0, 48 ogni chilom.), ed in quelli alquanto migliori a quatt. 6, 12 (cent. 0, 96 al chilom.) (1).

Secondo Poussin ammontano le spese di trasporto di un viaggiatore da Baltimora a Washington, a quatt. 13, 06 per lega (cent. 2, 25 al chil.) incluse anche le spese d'amministrazione; senza queste solo 11, 44 (cent. 1, 9 al chil.) quando una locomotrice trasporti 100 passaggeri in un carro comodo con una velocità di 4 a 5 leghe all'ora (31 a 39 chilometri).

Da un Prospetto che fu comunicato a Gerstner, si conosce che le spese di trasporto sulla strada da Liverpool a Manchester si valutano da 11 sino a 12 quatt. a testa ogni lega.

Le ragioni per le quali il trasporto delle persone a velocità completa costa assai più di quanto è dichiarato al §. 9. sono le seguenti:

1.° La celerità spinta più del doppio esige molto maggior consumo di combustibile, ed aumenta lo sciupinío delle macchine e dei carri.

2.° Oltre ai custodi delle macchine è necessario anche un condottiere pel trasporto dei passaggeri, che nel caso del §. 9, non farebbe bisogno.

3.° Le spese di primo acquisto e di riparazione dei carri da viaggio quanto più sono eleganti e comodi, ammontano a molto maggior valore di quelle dei carri ordinari.

4.° Questi ultimi per il minor peso di cui sono in proporzione caricati, sono tirati con forza molto minore di quella che occorre pei carri più eleganti e più comodi (2).

(1) Tra manutenzione e consumo di macchine e carri, carbone e paga ai macchinisti si spesero in cinque mesi e ⅚ franchi 115,900; l'attività fu di 604,890 fr.; con questa proporzione di 1 grosso 4 quatt. (cent. 20) e 2 grossi 8 quatt. (cent. 40) le spese parziali di trasporto ammontarono come sopra. (*Gazzetta politica di Prussia*. N. 338 Annata 1836).

(2) Poussin ritiene di 23 centin. (chil. 1170) il peso di un carro comodo distribuito

È per le circostanze espresse sotto i N. 3 e 4 che sulle strade da Liverpool a Manchester, e da Baltimora a Washington le spese di trasporto propriamente dette ascendono a tre quarti incirca del prezzo che pagasi dal viaggiatore sulla strada da Brussella ad Anversa, a velocità quasi eguale, guadagno di trasporto, per le spese tutte, inclusivamente ad un vistoso guadagno.

Avuto riguardo a tutte le cose di fatto ed alle circostanze esposte in questo paragrafo, le spese di trasporto possono venir computate a circa 5 quatt. per persona e per lega (cent. 0,8 per chilom.) in un carro d'infima classe, ed allo incirca a 10 quatt. a testa e per lega (cent. 1,6 per chil.) in un carro alquanto migliore, e ben difeso, sempre però a velocità completa.

In quel modo che si attende una diminuzione nelle spese di trasporto delle mercanzie col successivo perfezionamento dei mezzi che vi si impiegano, ugualmente si ritiene che possa per lo stesso titolo avvantaggiare dal lato dell'economia anche il trasporto dei viaggiatori.

§. 11. D. — *Spese per la manutenzione della strada.* — Tali spese formano la parte di quelle pel trasporto, che meno di tutte è suscettibile di esatto calcolo preventivo, perchè solo un buon numero di esperienze continuate per molti anni ne possono somministrare i dati sicuri. Perciò mi contento di esporre alcune massime e precetti, e di non dilungarmi da essi nei dipendenti corollarj, se non in quel limite che mi viene concesso dalla piccola somma delle circostanze e dei rapporti che si conoscono in proposito.

Con quanta maggiore solidità è costrutta la strada, altrettanto minori ne debbono essere in proporzione le spese di manutenzione.

La costituzione geologica del terreno influisce ordinariamente più o meno sull'entità delle spese di manutenzione.

Nei primi cinque fino ai dieci anni, le parti di una strada costrutta in arginatura si assettano e si avallano. Quindi allora sono necessarj non solo i riempimenti, ma anche il raddrizzamento delle spranghe e dei pulvini. Perciò le spese emergibili non sono da risguardarsi come riparazioni, ma come parte integrante delle spese di prima costruzione della

per 16 a 20 persone, e di 24 cent. (chil. 1250) il peso di un carro pel trasporto di effetti, atto a sopportare un carico di 58 cent. (chil. 3000). Il carro quindi per mercanzie trasporta il doppio ed il triplo del proprio peso; e quello pel trasporto di viaggiatori non è atto che al carico di altrettanto, quanto pesa egli stesso. Pambour dà il peso dei viaggiatori e dei loro effetti sulla strada da Liverpool a Manchester di 32,914 tonnellate; il peso dei relativi carri da viaggio 116,930 tonnellate: i viaggiatori quindi pesavano soltanto $\frac{29}{100}$ del peso dei carri.

strada. Poussin calcola le riparazioni dei lavori di terra sulla strada da Baltimora a Washiogton nei primi cinque anni il 7 per cento della spesa primitiva (1).

Il consumo reale delle spranghe di ferro, anche quando siano soggette ad un servizio straordinario, è piccolo fuor di modo, purchè sieno bene costrutte; più di 100 anni vi vogliono perchè le spranghe perdano coll' uso la metà del proprio peso.

Le spese di manutenzione ammontarono annualmente per lega:

Sulla strada da Liverpool o Manchester a 12,182 risdalleri (2).

Sulla porzione della strada di Darlington che viene percorsa dalle locomotrici 8,695 risdall. (Pambour pag. 387).

Sulla strada da Brussella ad Anversa risdall. 6,023 (3).

Le medesime spese regolate sopra diversa proporzione risultano:

Sulla strada da Liverpool a Manchester 0,74 per centinajo e lega nel trasporto di mercanzie (4).

Sulla strada di Darlington, fin dove viene percorsa dalle locomotrici, a 0,56 per centinajo e lega col trasporto degli effetti (5).

Sulla strada da Brussella ad Anversa a testa e per lega (cent. 0,21 al chilom.) nel trasporto coi carri di infima specie (6).

Le spese di manutenzione di una strada possono distinguersi in ispese causate dall' uso, ed in ispese indipendenti affatto da esso. Sulle spese della prima specie influisce in modo essenziale la celerità del trasporto, e le spese dell' altra specie hanno luogo per le riparazioni alle opere di terra ed alle murali, come anche per lo sfasciarsi dei cunei di legno.

La circostanza che parte delle spese di manutenzione è del tutto indipendente dall' uso della strada ferrata, fa sì che aumentando la fre-

(1) Giusta una esperienza citata da Pambour sulla strada da Liverpool a Manchester.

(2) Cioè dal 1 giugno 1833 al 1 giugno 1834 lire sterline 11,053 o talleri 75,828 per miglia 6 ⅕ (Pambour pag. 386).

(3) In mesi 5 ⅗ franchi 64,000, per 6 leghe (Gazzetta dello Stato di Prussia N. 338 anno 1836)

(4) Cioè 1,084 per tonnellata e chilometro su tutto il peso in monte di merci, viaggiatori e carri; la merce pesava tonn. 214,051; i carri impiegati per il carico tonn. 128,431; e quelli ricondotti vuoti tonn. 32.108; con ciò si aumenta il rapporto da cent. 1,084 a 1,897 per tonnellata e chilometro sopra le merci effettivamente trasportate; quindi come più sopra si disse a 0, 74 per centinajo e lega. (Pambour pag. 386).

(5) Calcolando secondo Pambour, e giusta principj analoghi ai su esposti.

(6) In 5 mesi e ⅗ salirono le spese di manutenzione a franchi 64,000 con un introito complessivo, pel trasporto dei viaggiatori, di franchi 604,890; se si applica questo rapporto a tutto il prezzo collettivo del trasporto di 1 grosso e 4 quatt. per persona e per lega (cent. 2,37 al chil.), si ha il suddetto risultamento.

quenza, diminuiscano le spese di manutenzione ripartibili su ciascun oggetto trasportato.

In generale si può con sicurezza ammettere che le spese di manutenzione sopra strade ferrate tedesche ben costrutte e bene amministrate, risulteranno minori assai di quelle delle inglesi ed americane, e di quelle che necessitarono finora per la strada da Brussella ad Anversa.

I motivi sono questi (1)

1.° Nelle spese di manutenzione della strada tra Brussella ed Anversa furono computate altre spese che a norma dei sovraesposti principj devono comprendersi nel capitale di prima costruzione.

2.° Sulla strada da Liverpool a Manchester per ragioni speciali (che si dimostrano più sotto alla Sezione IV) si provvede alla manutenzione con lusso.

3.° In Germania gli stipendj agli impiegati e le mercedi ai lavoratori sono più basse che in Inghilterra e nell'America settentrionale (2).

4.° Le esperienze contribuiscono quotidianamente alla sempre più solida costruzione delle strade, ferrate e quindi alla diminuzione delle relative spese di manutenzione e di ristauro.

Sotto quest' ultimo rapporto, i costruttori delle strade ferrate devono specialmente riflettere che se il prezzo dei trasporti è basso, la strada sarà frequentata più di quello che si possa arguire.

Altri due elementi sono molto da valutarsi nel preventivare le spese di

(1) Possono essere applicati benissimo anche all' Italia.

(2) Ragguaglio degli stipendj agli impiegati e persone addette ad una strada a ruotaje di ferro nell' America settentrionale.

Un Impiegato tecnico superiore	fr. 30000
Un Ingegnere ordinario dai 10 ai	» 15000
Un Ingegnere di 2.ª classe 6 ad	» 8000
Un Conduttore	» 10000
Un Amministratore in capo .	» 8000
Un Segretario	» 5000
Un Assistente	» 2000
Un Ispettore Magazziniere . .	» 15000
Un Ispettore ai trasporti . .	» 3000
Un meccanico	» 3500
Suo Ajutante	» 1500

Mercede giornaliera.

di un muratore . .	fr. 6, 62	ai	9, 27
di un falegname . .	» 6, 62	»	8, 00
di un lavorante garzone	» 4, 00	»	5, 00

(Poussin pag. 173)

manutenzione, cioè il peso delle macchine e la celerità del trasporto, i quali esercitano grandissima influenza sull' entità delle spese stesse. Per esempio sulla strada di Darlington, nella tratta percorsa dalle locomotrici ammontarono esse a più del doppio di quelle che abbisognarono per l'altra tratta ove si impiega la forza dei cavalli. Questa grande differenza proviene da ciò, che col celere movimento delle pesanti macchine si rende spesse volte necessario il raddrizzamento delle spranghe, e che la sorveglianza a qualunque inconveniente tanto più vuol essere accurata, quanto è maggiore la celerità dei trasporti; e ciò è indispensabile per prevenire accidenti funesti, il cui pericolo aumenta in proporzione della velocità. Che poi l'accurata sorveglianza aumenti notabilmente le spese, è evidente senz' altro.

Di qui ne segue che su tutte le strade ferrate, ove si trasportano non solo le merci, ma anche i viaggiatori (per tenermi abbastanza in largo, non considero che le strade ferrate destinate a cotali usi), le spese di manutenzione gravitano la maggior parte sul trasporto dei passaggieri, e il meno è quello attribuibile alle merci.

Raccogliendo tutti i suesposti principj e rapporti, influenti sull'aumento o diminuzione delle spese di manutenzione, mi sembra che sopra strade ferrate tedesche ben costrutte il dispendio di manutenzione non oltrepasserà in ragguaglio per le merci quatr. 0,35 per centinajo e lega, e verosimilmente poi soltanto all' incirca 0,25 pure per centinajo e lega, a trasporto con velocità media (cioè da f. 0,009 a fr. 0,006 per tonnellata e chilometro).

La quota delle spese di manutenzione dipendenti dal trasporto dei viaggiatori sarebbe quindi da stabilirsi come segue:

a) nel trasporto a celerità moderata coi carri di infima classe, quat. 0,60 fino a 0,900 a testa e per lega.

b) nel trasporto a velocità completa coi carri dell' ultima classe da 1,20 a 2; e con carri migliori e coperti il doppio.

§. 12. E. *Spese generali d' Amministrazione.* Per queste spese è quasi impossibile l' indicare un punto qualunque di stabile appoggio. L' entità dell' impresa, l' opportunità delle instituzioni che regolano l' economica amministrazione, l' importo dei compensi e delle imposte, che per avventura vengono a gravitare sulla Società intraprenditrice della strada ferrata, sono tutte circostanze che esercitano un'azione sull'aumento o diminuzione delle spese di amministrazione, e che non si possono nemmeno in via approssimativa calcolare in prevenzione.

Supponendo che i Governi tedeschi sieno abbastanza provvidi da non

aggravare le strade ferrate con balzelli, od obblighi di compenso sproporzionati; supponendo inoltre che la costruzione delle strade ferrate non venga intrapresa da picciole private Società, allora le seguenti proporzioni potrebbero essere sufficientemente laute per servire di norma: quat. 0,10 per lega e centinajo; 0,25 a testa e per ogni lega in un carro d'infima specie a trasporto con velocità media; 0,60 a testa e per lega a celerità completa con carri di infima classe; 1,20 a testa e per lega a tutta celerità con carri migliori.

§. 15. F. — *Interessi del capitale per la costruzione della strada.* — 1.° *Capitale di primo stabilimento.* — L'enorme dispendio erogato per la costruzione della strada da Liverpool a Manchester non può servire per nulla di norma in Germania. Le sole spese del privilegio per la costruzione che devono computarsi colle primitive, ammontarono ad oltre 200,000 risdalleri; è inutile l'enumerare tutte le altre che stanno più o meno in proporzione, poichè i giornali e gli scritti periodici ne hanno parlato quanto basta a provare la suddetta asserzione.

Nell'America settentrionale un miglio di strada a doppia ruotaja di ferro, solidamente costrutta, costa in ragguaglio dai 280,000 ai 340,000 risdalleri (1).

Le strade ferrate nel Belgio con una ruotaja sola, inclusovi però il terreno necessario per due ruotaje, furono peritate da Simons e De Ridder in ragguaglio 190,200 risdalleri al miglio (2); sui pubblici fogli si è già ripetutamente fatto conoscere che le effettive spese non hanno sorpassata la stima preventiva. È certo che l'aumento del prezzo del ferro cagionerà aumento in qualche modo anche nelle primitive spese di costruzione; ma questo non può rilevar molto, giacchè il costo delle spranghe ascende tutt'al più ad un terzo del totale dispendio. Inoltre agisce favorevolmente sulla diminuzione delle spese la circostanza indicatasi già nel precedente paragrafo, che in Germania la mercede giornaliera è più moderata che non lo sia in Inghilterra, nell'America settentrionale ed anche nel Belgio. Si aggiungano a ciò i molti progressi dell'arte coi quali si pervenne a diminuire le spese dei grandi lavori di terra.

Ora dopo che l'esperienza mostrò nella più chiara luce il grande sviluppo del traffico, che prima si avrebbe neppure sospettato, risultante dalla celerità ed economia delle comunicazioni colle strade ferrate, restò provata eziandio l'utilità di non risparmiare quanto è necessario per dare

(1) Poussin, pag. 162.
(2) Projet de route en fer, Bruxelles, pag. 56.

alle strade una solida e conveniente struttura. E noto che una strada ferrata allora è costrutta conforme allo scopo, quando sia condotta orizzontalmente e diritta più che sia possibile, superando col dispendio che occorre, e colle forze disponibili le difficoltà che oppone il terreno; le spranghe devono essere di peso conveniente, o stabilite, se è possibile, sovra materia più durevole che non il legno.

Quindi in Germania ad onta che nelle sue provincie occidentali e nordiche le condizioni del terreno siano molto favorevoli per una economica costruzione, dovrebbesi ammettere l'adequato delle spese primitive di costruzione delle strade, come per quelle del Belgio, non meno di 200,000 risdalleri alla lega e per quelle a doppie ruotaje di 250,000 risdalleri. Verosimilmente però il medio proporzionale dovrà ancora aumentarsi; perchè secondo il §. 11 alle spese di costruzione devesi aggiungere una porzione delle spese di riparazione; e queste potrebbero crescere ancora di $\frac{1}{10}$ all'incirca, nel caso che si confermasse, com'è probabile, l'opportunità dell'allargamento delle strade proposta da Gerstner (1).

§. 14. — 2.° *Interessi del capitale primitivo.* — Queste spese in complesso, fatta astrazione alla massa del trasporto, restano invariate, fino a che coll'ammortizzazione non diminuisce il capitale, o non varia la misura dell'interesse.

Fintanto adunque che non entra qualcuna di tali circostanze, la somma invariabile degli interessi deve venire ripartita sugli oggetti trasportati, per cui, quanto più ne sarà il complesso, tanto minore sarà la quota degli interessi da caricarsi a ciascun centinajo.

Abbia per esempio la strada ferrata costata 250,000 risdalleri alla lega, gli interessi al 5 per 100 ammonteranno a 12,500 risdal. per lega.

Perciò risultano in ispese di trasporto per ogni centinajo e lega:

3 quattr.,	quando	viene trasportato	1 ½	millione	di centinaja.
2 ¼ »	»	»	2	»	»
1 ½ »	»	»	3	»	»
1 »	»	»	4 ½	»	»

Nasce ora la dimanda, in quale proporzione stia il trasporto dei viaggiatori cogli interessi del fondo capitale.

È dimostrato col fatto che le imprese di strade ferrate dal trasporto dei viaggiatori possono ricavare nel più facil modo il reddito principale. Inoltre, come verrà dimostrato in seguito, è della massima importanza a

(1) Gerstner: *La prima strada ferrata di Russia*, 1837, e Biot pag. 20.

generale vantaggio, che il trasporto delle merci sia fatto colla massima possibile modicità di prezzo. Però deve essere concesso un mezzo anche alla classe più bassa del popolo di potersi con velocità moderata trasferire da un luogo all'altro a prezzi tenuissimi. Siffatte speciali considerazioni potrebbero giustificare i seguenti computi:

a) un viaggiatore in carri dell' ultima classe, a velocità moderata si ritiene equivalere a 2 centinaja di merci.

b) un viaggiatore in carri dell' ultima classe a velocità assoluta, come 4 centinaja di merci.

c) un viaggiatore in carri della prima classe a piena velocità, come 8 centinaja di merci.

Giusta le esperienze della giornata, una strada sulla quale vi fosse un passaggio

di 50,000 viaggiatori della classe	(*a*)	equivalente a	100,000 centinaja
di 100,000 »	(*b*)	»	400,000 »
di 50,000 »	(*c*)	»	400,500 »
e per merci		»	600,000 »

od in totale di un milione e mezzo di centinaja, non potrebbe risguardarsi certamente come una delle più frequentate. Pure, con 3 quattr. per centinajo e lega, sarebbero già coperti gli interessi del capitale, quando ogni lega di strada avesse costato 250,000 risdalleri.

Si può dunque ammettere che la seguente lauta scala possa servire di norma.

Segue il Prospetto.

§. 15. G. PROSPETTO

dei diversi elementi che costituiscono le spese di trasporto.

ELEMENTI DI SPESA.	A VELOCITA' MODERATA.								A VELOCITA' ASSOLUTA nel trasporto dei viaggiatori.							
	Sulle merci.				Sui viaggiatori.				io carri dell ultima classe.				in carri della 1.ª classe			
	per cento. e lega.		per tonn. e chilom.		a testa e per lega.		a testa ogni chil.		a testa e per lega.		a testa ogni chil.		a testa e per lega.		a testa ogni chil.	
	min.	mas.	min.	mas.	min.	mas.	min.	mas.	min.	mas.	min.	mas.	min.	mas.	min.	mas.
	quat	quat	cent.	cent.	quat	quat	cent.	cent.	quat	quat	cent.	cent.	quat	quat	cent.	cent.
Spese parziali di trasporto giusta i §§. 7, 8, 9, 10. . .	1,12	1,21	3,80	3,90	3	3	0,50	0,50	5	5	0,80	0,80	10	10	1,60	1,60
Spese di manutenzione giusta il §. 11.	0,25	0,35	0,75	1,00	0,60	0,90	0,10	0,15	1,20	2	0,20	0,33	2,40	4	0,40	0,66
Spese generali d'amministrazione § 12	0,10	0,10	0,32	0,32	0,25	0,25	0,04	0,04	0,60	0,60	0,10	0,10	1,20	1,20	0,20	0,20
Somme { quattr.	1,47	1,66	. .	. .	3,85	4,15	. .	. .	6,80	7,60	. .	. .	13,60	15 20	. .	. .
Somme { cent.	. .	. .	4,87	5,22	. .	. .	0,64	0,69	. .	. .	1,10	1,23	. .	. .	2,20	2,46
Si aggiungono Gli interessi del fondo capitale giusta i §§. 13, 14 al sommo.	3	3	9	9	6	6	1,00	1,00	12	12	2,00	2,00	24	24	4,00	4,00
Spesa complessiva { quattr.	4,47	4,66	. .	. .	9,85	10,15	. .	. .	18,80	19,60	. .	. .	37,60	39,20	. .	. .
Spesa complessiva { cent.	. .	. .	13,87	14,22	. .	. .	1,64	1,69	. .	. .	3,10	3,23	. .	. .	6,20	6,46

Ad illustrazione di tale Prospetto mi riporto espressamente ai paragrafi citati, dove sono dimostrate tutte le parti individue di ciascuna spesa, e specialmente ai motivi, da cui si può dedurre la sicura supposizione, che esse col tempo risulteranno minori di quelle attualmente stabilite.

CAPITOLO TERZO.

PREZZO DA ESIGERSI SUI TRASPORTI E GUADAGNO RELATIVO.

§. 16. Nel determinare il prezzo dei trasporti devesi avere molta contemplazione al fatto, che sulle strade ferrate ha luogo un grandissimo afflusso di viaggiatori, e che questa è appunto la parte più lucrativa dell'impresa. Questo fatto è oggimai confermato da moltissimi esempj noti all'universale, per cui non occorre parlarne ulteriormente. Farò soltanto osservare di passaggio, che su quelle strade medesime che non permettevano molta concorrenza di viaggiatori, si ebbero realmente successi superiori all'aspettativa.

Per esempio sulla strada da Stockton a Darlington, in un anno passarono 68,851 viaggiatori; su quella da Edimburgo alle cave di carbone fossile presso Dalkeith, 253,200, e su quella tra Glascow e Garnkirck, 117,700; su queste strade non si sarebbe mai immaginato un tale concorso di passaggieri, molto meno sulle ultime due, che furono eseguite semplicemente per trasportarvi il carbone.

Questi fatti conducono ad una importante conseguenza, vale a dire che le spese di manutenzione della strada e le spese generali di amministrazione si possono far coprire ripartitamente ed anche in totale dai viaggiatori, e quindi ridurre a prezzo più modico il trasporto delle merci. Nelle susseguenti sezioni verrà provato che qualunque possibile diminuzione di questo prezzo ha un pregio assai importante per l'economia dello Stato.

§. 17. Non occorre provare che la modicità dei prezzi di trasporto per oggetti di un certo valore, come l'indaco, ed altri consimili è di una importanza molto minore che non può esserlo trattandosi di articoli comuni; e che anche per il trasporto di questi ultimi sono utili diverse gradazioni di prezzo, cosicchè, per esempio, i prodotti più economici del terreno per poter essere trasportabili a maggiore distanza, vogliono essere tassati assai meno di quelli che hanno maggior valore.

Da ciò ne segue che per il vantaggio generale è necessaria una scala di prezzi diversi per il trasporto delle merci a norma della diversa loro qualità e valore.

§. 18. Quando sopra strade ferrate viene stabilita un'apposita tariffa di

trasporto e pedaggio, quest'ultimo non solo deve coprire gli interessi del fondo capitale della strada, ma insieme anche quelli delle spese di manutenzione, e nello stesso ripartitamente anche le spese generali d' amministrazione. Presupposto come conveniente allo scopo prefisso la determinazione di uno speciale pedaggio, la suddetta massima si accorda perfettamente colle circostanze, ma non si adatta a chiarire, come io ho di mira, il rapporto in cui stanno tra loro le spese di trasporto desumibili dagli interessi del fondo capitale della strada, e le altre parti delle medesime. Quand' anche seguissi questa massima, non risulterebbe chiaramente la grande differenza tra quelle spese che dipendono direttamente dal trasporto, e le altre che prescindendo del tutto dall'estensione di esso, pure non sono da trascurarsi. Finalmente non sarebbe chiara nemmeno l' azione di queste differenti spese sul guadagno.

Per queste ragioni io stabilirò separatamente il prezzo del trasporto ed il pedaggio, intendendo sotto quest' ultimo (all' opposto di ciò che deve accadere in pratica) solamente quella porzione delle spese di trasporto provenibile dagli interessi della spesa primitiva della strada.

§. 19. All' appoggio delle indicazioni e principj esposti nei paragrafi del precedente capitolo, ed in quelli del presente, la tariffa dei trasporti può venire in ragguaglio determinata e regolata come segue:

1.° Per merci a quattr. 1 ½ per centinajo e lega, inclusivamente ad un guadagno di ¼ di quattrino (cent. 5,75 per tonnell. e chilom.).

Nello stabilire questo prezzo escludo dal computo il ricavo delle merci più preziose, cosicchè esso si eleverebbe di qualche poco se si comprendessero quelle merci. È pure escluso il ricavo del trasporto di pacchetti e danaro, e di quelle merci che esigono celerità assoluta. Questi trasporti lucrativi si possono considerare in aggiunta, senza che sia necessario comprenderli nel calcolo che noi facciamo in grande. Oltreacciò, il prezzo ammesso di quattr. 1 ½ devesi intendere come un ragguagliato da diminuirsi o accrescersi secondo la qualità delle merci. Il prezzo infimo per il trasporto delle merci più ordinarie viene in questa gradazione supposto ad un quattrino per centinajo e lega (cent. 2,5 per chilometro e tonnellata).

2.° Per viaggiatori con carri dell' ultima classe a velocità media 9 quattr. per lega (cent. 1 ½ per chilom.).

3.° Per viaggiatori con carri dell' ultima classe a velocità completa 1 grosso e 5 quattr. per lega (cent. 3 ½ per chilom.).

4.° Per viaggiatori con carri coperti, 2 grossi e 6 quattr. per lega (cent. 6, 4 per chil.).

5.° Si suppone che il trasporto de' viaggiatori coi carri dell' ultima classe, a velocità media ed assoluta, produca in monte 4 quattrini a te-

ata ogni lega (⅔ di centesimo al chilom.) ed il trasporto dei viaggiatori sui carri migliori a celerità assoluta dia un grosso a testa ogni lega (cent. 2 ½ al chilom.) Calcolando il guadagno ricavabile dal trasporto dei viaggiatori si è avuto il massimo riguardo nell' applicarne il principio esposto al §. 16; giacchè i normali prezzi di trasporto, danno un guadagno più rilevante, in paragone alle effettive spese di trasporto indicate nel §. 15. Il pedaggio lo regolo come fu indicato nel riveduto §. 15.

§. 20. Per mezzo di esempj si vedrà nel modo più chiaro come il prezzo di trasporto ed il pedaggio funzionino nel ricavo.

Primo esempio. Supponiamo una strada ferrata della lunghezza di 12 leghe (chil. 93), con un capitale azionario di tre milioni e mezzo di talleri, compreso il capitale per i mezzi di trasporto. Supponiamo su questa strada una frequenza di

1, 200,000 centinaja di merci
200,000 viaggiatori con carri dell'ultima classe a tutta celerità
66,667 » con carri di prima classe a tutta celerità.

Si può anche immaginarsi dippiù che dei supposti 200,000 viaggiatori una parte venga trasportata con carri a velocità media; allora però il numero totale dei viaggiatori deve essere maggiore per produrre l' egual risultamento, qui però non importa di dimostrarlo.

I principj contenuti nel §. 19 saranno quelli che applicheremo; per cui il complessivo prezzo di trasporto ascende:

Per le merci a 4 grossi e mezzo ogni centinaio, pei viaggiatori con carri dell'ultima classe a 27 grossi; pei viaggiatori con carri migliori a 54 grossi. Anche il guadagno va supposto nella misura indicata al §. 19.

Da questi dati si deduce: sul prezzo di trasporto un guadagno di 63,333 talleri, e sul pedaggio un introito di 253,333 talleri, quindi un introito totale di 316,666 talleri; vale a dire che si ebbe il guadagno sul prezzo di trasporto del 1,81 per 100, e sul pedaggio del 7,24 per 100; e così in tutto del 9,05 per 100; il qual guadagno si ridurrà al 4,05 per 100 detraendovi gli interessi del 5 per 100.

Secondo esempio. — La stessa strada col prezzo dei posti diminuito di un quattrino per centinaio e lega, abbia una frequenza maggiore della metà; con questi dati la sua attività sarà rappresentata da

1,800,000 centinaia in merci.
300,000 viaggiatori con carri dell' ultima classe.
100,000 viaggiatori con carri di prima classe.

Il prezzo totale di trasporto ascende allora a grossi 3 ½ per un centinaia di merci; a 23 grossi a testa per le corse nei carri della classe in-

feriore; ed a 46 grossi a testa per le corse nei carri di prima classe. Il guadagno in questo caso e nei seguenti esempj si suppone come al §. 19.

Risulta quindi sul prezzo di trasporto un guadagno di 95,000 talleri, od il 2,71 per 100; e sul prezzo dei posti un introito di 253,333 tall. ossia il 7,24 per 100; che è quanto a dire un introito complessivo di 348,333 talleri, od il 9,95 per 100, che tolti gli interessi al 5 per 100 discende al 4,95.

Terzo esempio. Si riduca ora il prezzo dei posti dai 2 quattr. ad uno per centinaio e lega, cioè si diminuisca il prezzo totale di trasporto; per le merci da tre grossi e mezzo a due e mezzo; per i viaggiatori nei carri di ultima classe, dai 23 grossi ai 19; pei viaggiatori in carri di prima classe dai 46 grossi ai 38; e si supponga accresciuto della metà tanto il trasporto delle merci quanto quello dei viaggiatori. Allora ascende il guadagno sul prezzo di trasporto a 142,500 talleri, od al 4,07 per 100 e l'introito sulle corse a 190,000 talleri od al 5,42 per 100; l'introito complessivo ascende a 332,500 talleri od al 9 ½ per 100.

Quarto esempio. Supponiamo ora che coll'avere come sopra moderato il prezzo delle corse non abbia aumentato la frequenza, allora si avrebbero: il guadagno sul prezzo di trasporto 95,900 talleri, od il 2,71 per 100; gli introiti sulle corse 126,667 talleri od il 3,12 per 100; e l'introito complessivo 5,83 per 100.

Quinto esempio. Sulla strada accennata nel primo esempio si diminuisca il prezzo delle corse, e quello dei trasporti nella seguente misura: per le merci da grossi 4 ½ a 1 ¾; pei viaggiatori in carri dell'ultima classe dai 27 grossi ai 15; pei viaggiatori in carri di prima classe dai 54 grossi ai 30. In causa di tali diminuzioni si immagini triplicata la concorrenza in tutte le parti, e si avrà un guadagno sul prezzo di trasporto di 190,000 talleri od il 5,43 per 100.

Sesto esempio. Si supponga il caso identico del precedente esempio, colla modificazione, che la frequenza in tutte le parti si raddoppii soltanto. Si ha un guadagno di 126,667 talleri, od una rendita del 3,62 per 100 sul prezzo di trasporto.

Settimo esempio. Si ammetta lo stesso caso del quinto esempio, ma senza aumento di commercio, allora gli azionisti hanno un guadagno del solo 1,81 per 100, e perdono quasi due terzi degli interessi calcolati preventivamente al 5 per 100.

Tutti questi esempj conducono alle seguenti riflessioni.

1.° Una diminuzione nei prezzi delle corse contribuisce all'aumento degli introiti, quando si accresce di tanto la frequenza che l'entrata complessiva di questo ramo non diminuisca essenzialmente, ed allora l'au-

mento del guadagno sul prezzo di trasporto porta seco l'aumento delle entrate totali. Ciò fu dimostrato col primo e secondo esempio. I due successivi esempj fanno vedere come scemandosi il prezzo delle corse, ed aumentando notabilmente la frequenza, pure scema ancora l'introito complessivo.

2.° Ammesso una buona e savia amministrazione, tutta l'arte di ottenere dalle strade ferrate la massima rendita possibile, consiste nel trovare la giusta misura nella modicità del prezzo di trasporto. È vero che in molte imprese il miglior mezzo di ottenere il massimo guadagno è quello di ridurre le tariffe di smercio dei prodotti relativi; poche di queste però sono paragonabili nei loro particolari rapporti alle strade ferrate, le quali esigono considerevoli spese, come sono ad esempio, i compensi per occupazioni di terreno, e queste spese sono inevitabili, e costanti, qualunque sia la misura del prodotto, ossia il trasporto

E quando la strada a rotaje di ferro è completamente ultimata, non si possono ancora presumere i limiti del prodotto, perchè non si conosce ancora una strada ferrata dove la frequenza abbia raggiunto il massimo muovimento di cui può essere suscettibile.

3.° Dagli esempj si rileva che quando con un prezzo di trasporto modico e regolare si abbia ottenuto una volta una cavata soddisfacente, gli intraprenditori diventeranno avidi di un ulteriore ribasso. Immaginisi uno stato di cose come quello esposto nel primo esempio: la Direzione dell'impresa sarà allora disposta a diminuire di un quattr. per centinaio e lega, il pedaggio, affinc di aumentare la rendita coll'aumento del traffico? Non temerà essa che le comunicazioni od il traffico non aumentino nella misura del secondo esempio, e che in vece di aumentare le rendite abbiano a diminuire?

4.° Più facilmente aderirà la Direzione dell'impresa della strada ferrata alla diminuzione del pedaggio, allorquando coll' annuo profitto si ammortizzerà contemporaneamente il fondo capitale. Ogni anno, quand' anche non migliorino le transazioni commerciali, si accresce di per sè la rendita; primieramente col risparmio degli interessi, indi colla diminuzione delle azioni tra cui devesi dividere la rendita, come verrà provato con maggior sviluppo nella quarta Sezione. La Direzione arriva allora ad avere la tranquillante idea, che se anche il guadagno avesse da attenuarsi alquanto colla diminuzione del pedaggio, pure la rendita di ciascun azione dovrà rialzarsi al grado di prima in forza delle preaccennate due circostanze.

§. 21. Il prezzo totale del trasporto delle mercanzie, come venne mostrato nel precedente paragrafo e specialmente nel quinto esempio, si ri-

durrà ad un terzo, e quello pei viaggiatori alla metà incirca, togliendo la tassa e gli interessi dopo ammortizzato il fondo capitale.

Necessariamente però si diminuirà insieme anche il prezzo di trasporto.

Le esperienze di cui siamo in possesso, lasciano presumere che una diminuzione così considerevole del prezzo di trasporto, debba aumentare del doppio almeno la concorrenza. Applichiamo ciò all'esempio primo, del §. 20; supponiamo che il capitale residuo non ammortizzato, necessario per i mezzi di trasporto, sia di 400,000 talleri; supponiamo anche che il prezzo di trasporto sia costante; allora gli Azionisti percepirebbero del loro capitale l'interesse del 31,67 per 100.

Coi mezzi che indicherò nella terza e quarta Sezione, si otterrà una diminuzione del prezzo di trasporto, e quindi del profitto. Supponiamo che il prezzo del trasporto ammontasse per le merci a quattr. 1 ½ per centinaio e lega, e giusta le massime esposte nel §. 19, si perdesse ½ di quattr. per centinaio e lega; supponiamo inoltre che il prezzo di trasporto dei viaggiatori fosse abbassato in modo, che nei carri della classe inferiore venissero guadagnati 2 quattr., ed in quelli della prima 6 quattr. a testa e per lega; gli Azionisti, supposto il capitale di 400,000 talleri, e la concorrenza quasi più del doppio di quella ammessa nel primo esempio del §. 20, percepirebbero nonostante 43,333 talleri od una rendita del 10,83 per 100.

Una circostanza che non venne finora considerata, coopererà anch'essa essenzialmente alla diminuzione del prezzo di trasporto, ed è questa che quanto più ingente sarà la massa complessiva dei trasporti, si otterrà un proporzionale risparmio nelle spese analoghe; ed il movimento raggiungerà il suo massimo grado allora quando aboliti gli interessi del fondo capitale, risulti estremamente basso il prezzo del trasporto.

Avuto riguardo a tali diverse circostanze, ed ai principii fissati nei §§. 16-19, si può con certezza asserire che il prezzo di trasporto non si eleva se non

a) a quattr. 1 ½ per centinaio e lega in ragguaglio per le merci indicate al N. 1 del §. 19, ed a due terzi di quattr. per centinaio e lega per le merci più ordinarie;

b) a 5 quattr. a testa e per lega nei carri di infima classe, a velocità media;

c) a 10 quattr. a testa e per lega nei carri di infima classe a velocità assoluta;

d) a 2 grossi a testa e per lega nei carri alquanto migliori a velocità assoluta.

CAPITOLO QUARTO.

RISULTAMENTI.

§. 22. Dalla prima delle Tabelle in fine della Memoria si rileva come il trasporto delle merci sulle strade ferrate in alcune tratte principali si distinguerebbe in confronto del trasporto per acqua e con veicoli di terra per durata e spese. Il trasporto con veicoli ordinari non può confrontarsi menomamente con quello sulle strade ferrate.

Quest'ultimo mezzo di trasporto viene preferito per moltissimi oggetti, anche a prezzo più elevato, a quello per acqua, perchè egli è di gran lunga superiore per sicurezza, regolarità e celerità. Il furto, tanto frequente ne' trasporti per acqua, e che per certi oggetti è quasi inevitabile, non si può nemmeno supporre nei trasporti sulle strade ferrate. Le condotte per acqua sono spesso interrotte dai ghiacci, dalle maree, dalle scarsezze d'acqua, ed il trasporto sulle strade ferrate viene impedito rarissime volte e solo dalle intemperie: gl'istanti di arrivo possono calcolarsi quasi al minuto.

A tutti questi vantaggi, come dimostra la surriferita Tabella I, si aggiunge anche l'altro, che qualora l'estinzione del fondo capitale delle strade ferrate, od una grandissima frequenza permettano di ridurre il pedaggio a quatr. 1 ½ per lega, la spesa di trasporto sulle strade ferrate è già a livello di quella delle condotte per acqua. Se poi può levarsi del tutto il pedaggio, allora cessa onninamente il vantaggio del trasporto sui canali e sui fiumi. Nella stagione sfavorevole alla navigazione marittima si può spedire la granaglia da Königsberga ad Anversa ed in Francia più vantaggiosamente colla strada che sulle navi.

§. 23. La modicità del prezzo, e la celerità nelle strade ferrate, come dimostra la tavola II, assicurano il massimo vantaggio pel trasporto delle persone. Quanto alla celerità è ancora da riflettere, essere sommamente probabile che abbiansi a fare tali significanti progressi, da portarla alle 6 o 7 leghe ragguagliate per ora; nella suddetta tavola si è indicato

sotto una rubrica distinta, quale sarà la durata del viaggio, quando si raggiugnerà tale grado di celerità.

§. 24. Non può però omettersi un' obbiezione che forse potrebbe farsi da taluno; essa è la seguente: il calcolo delle spese primitive di costruzione e di trasporto e degli introiti può essere esattissimo; ma egli è molto dubbioso se il movimento sarà così forte come venne supposto, e quindi la base più essenziale del calcolo è molto incerta.

A confutare tale obbiezione contrappongo le seguenti osservazioni.

1.° I tronchi stradali citati nelle tavole I e II appartengono in parte alle più sfavorevoli della Germania, in quanto a frequenza. Ciò nonostante nessuna di esse sotto questo rapporto è inferiore ad alcune tratte costrutte con successo nell'America settentrionale.

2.° Maggior popolazione, mercede ai lavoranti più modica, misura più bassa di interessi, sono vantaggi essenziali che noi abbiamo a preferenza dell'America settentrionale nella costruzione delle strade ferrate in Germania.

3.° Colla modicità e celerità del trasporto si aumenta considerevolmente di necessità anche il movimento delle merci, e tanto più notabile si rende anche il numero dei viaggiatori, come già si dimostrò al §. 16.

Dunque secondo tutti i dati di fatto non vi è da temere menomamente che per mancanza di concorso, non possano sussistere le strade ferrate, purchè però sieno lodevolmente costrutte ed amministrate. Quando la costruzione viene condotta da Società di Azionisti, questo è il maggior pericolo, come si rileverà nella quarta Sezione.

Un altro motivo da temere è che i dimostrati vantaggi che la Germania avrebbe sull'America settentrionale nello stabilimento delle strade ferrate, non abbiano a mancare, o perchè alle società intraprenditrici vengano imposte troppo onerose condizioni, colla vista di non intaccare i diritti delle poste; o perchè i patti della concessione sieno tali da circoscrivere la parte più utile delle transazioni, e da contribuire a pregiudicare le aziende delle strade ferrate. — In Germania però non sussistono Governi di vedute tanto limitate in punto di economia politica, per cui si possa temere che venga impedito il mezzo più potente di incivilimento da così piccoli riguardi, come sarebbe, per esempio, il privilegio postale per il trasporto dei viaggiatori.

§. 25. Ma sarà egli poi facile in Germania il procacciarsi i capitali necessarj per la costruzione di lunghe strade ferrate? Questa domanda la udii già accampare come obbiezione.

Anche supponendo un validissimo e rapidissimo progresso nella costru-

SEZIONE SECONDA.

VALORE DELLE STRADE FERRATE IN RELAZIONE ALL'ECONOMIA E POLITICA DELLO STATO.

CAPITOLO QUINTO.

EFFETTI ATTIVI DEL TRASPORTO CELERE ED ECONOMICO DELLE MERCI SULL'INCREMENTO DEL BEN ESSERE SOICALE.

§. 27. Il gran vantaggio dei mezzi di trasporto celèri e poco spendiosi, è un fatto noto ai pubblicisti; però affine di averne sott'occhio l'estensione, non sarà superfluo di entrare in più minuta e circostanziata sposizione di esso.

§. 28. Ove non hanno opposto ostacoli circostanze del tutto proprie e particolari, non vi è stata città, che sia pervenuta a grandezza ed in fiore, se non favorita dalla sua posizione, ed ubicazione, od in ispiaggia al mare, o sulle rive d'un fiume navigabile. Si osservi a Berlino, per un esempio, come la Spree è coperta di navi cariche degli articoli di prima necessità. Sarebbe Berlino una grande, industriosa città, anzi città cospicua di residenza, se le granaglie, i legnami d'opera, i combustibili, non si potessero ivi trasportare per acqua, ma solo con grave dispendio per istrade di terra? Certamente che no. Si tolgano a Berlino le economiche e facili comunicazioni per acqua, e si conservi ad essa per l'importazione dei ge-

neri più ovvii di sussistenza solamente il mezzo costoso del trasporto di terra — e Berlino dovrà rimpoverire (1).

Fra due città poste in condizioni ugualmente favorevoli al commercio, quella fornita dei migliori mezzi di trasporto è sempre divenuta la più fiorente.

§. 29. Il valore della produzione dipende dal mezzo con cui si possono vendere i prodotti. Se io coltivo granaglie in un luogo ove quasi tutti si occupano della medesima coltivazione, non posso allora che vendere il mio grano in più lontane regioni ove si verifichino circostanze opposte. Se il prezzo del prodotto in luogo è di 15 grossi allo stajo, e non mi è possibile di andare in un più lontano luogo di smercio, senza aggiugnere ancora 10 grossi allo stajo per le spese di trasporto, mentre il prezzo per ogni stajo al luogo del mercato non ascende che a 20 grossi, allora io devo rinunciare all'idea di vendere il mio grano. Ma se col perfezionamento dei mezzi di trasporto, le spese relative dai 10 grossi si riducessero a soli 2, allora sarei spinto a coltivare il grano colla maggior energia, poichè potrei venderlo a mercati più lontani con 3 grossi di guadagno. Questo porterebbe di conseguenza, che col guadagno avuto dalla vendita del grano potrei comprare ai mercati stessi quelle manifatture e prodotti che al mio paese non si possono avere così belli e buoni, ed a prezzo così modico.

Tale esempio si accorda con migliaia di altri casi. Esso si può applicare ad una quantità di altri prodotti, il cui prezzo in luogo è molto più tenue che quello delle granaglie; ad oggetti, che acquistano valore col trasportarli dal loro originario luogo e posizione, come, per esempio, alle pietre, od a certe terre che possono impiegarsi per concimi, o per abbonire i terreni.

§. 30. Lo stesso esempio mostra chiaramente come col reciproco scambio dei prodotti si accresca la generale produzione, si promuova la cultura del paese, e quindi come aumentar devesi la nazionale ricchezza.

In Aquisgrana si bevono comunemente i vini del Reno e della Mo-

(1) Sarebbesi ella potuta innalzare questa miranda mole della nostra cattedrale, e l'altra non meno stupenda dell'Arco della Pace; sarebbe la nostra città di tante belle e comode strade, e di palagi così ricchi sbbondevolmente ornata, e di tanti agi superba, senza il canal Grande e quello della Martesana, che le facilitano i trasporti e le comunicazioni colle feconde regioni che di bella corona ricingono gli ameni nostri laghi del Verbano e del Lario, da cui tanta dovizia di legnami da costruzione e di combustibile, di marmi bellissimi e durevoli, di calce, di metalli e di altri generi pregiatissimi tuttodì ricaviamo?

sella di qualità inferiore, che si pagano dai 4 fino ai 5 grossi la bottiglia Il prezzo di trasporto dal luogo dove si fabbricano fino ad Aquisgrana, ascende dai 20 ai 25 grossi al centinajo. Se per il prezzo medesimo di trasporto questo vino potesse venir condotto sino agli opposti confini della monarchia prussiana, se ne aumenterebbe lo smercio in egual proporzione, e gli abitanti dei paesi distanti dal Reno potrebbono partecipare ad un godimento che prima era riserbato alle sole provincie produttrici di quei vini, od ai paesi limitrofi.

Viceversa le provincie del Reno colla egual proporzione con cui si diminuiranno i prezzi di trasporto, potranno importare maggiori prodotti dalle provincie prussiane occidentali. Sicuramente non si avrebbe provato la fame del 1816 e 1817 nelle provincie renane, se colle strade ferrate si avesse potuto allora procacciarsi il grano dalla Prussia occidentale con sicurezza, a buon prezzo e con celerità. Se il prezzo del trasporto da Berlino al Reno viene ridotto dagli 8 ai 10 grossi al centinajo, allora i grani, l'olio e gli altri prodotti naturali del terreno divengono oggetti di ordinaria contrattazione.

§. 31. Le più considerevoli fabbriche di panno della Prussia sono nelle provincie del Reno. La lana, quale materia prima, viene importata la massima parte dalle provincie occidentali, ed una gran quantità di quelle manifatture si esporta di bel nuovo verso occidente. Se un fabbricatore consuma a questo modo 1000 centinaja di lana, deve pagare per spese di condotta calcolate due talleri al centinajo.

per la lana	tall.	2500
per il panno ritrattone che è circa il 60 per 100 del peso della lana	»	1500
In tutto	tall.	4000

Ma se il prezzo della condotta non ascende che a 10 grossi al centinajo, allora la spesa sarà di 533 talleri. Gli 3,467 tall. risparmiati mettono in grado il fabbricatore di produrre a miglior mercato, ed avere, più facile la concorrenza; quegli che somministra la lana può chiedere un prezzo più vantaggioso, ed il consumatore riceve il panno a prezzo più equo, per cui tutte le parti contraenti vi guadagnano.

Se poi il trasporto a prezzi più modici è anche più sollecito, e si compie per esempio in 16 o 17 giorni meno, che non colla condotta di maggior prezzo, allora colla minore perdita di tempo si viene a guadagnare ancora ½ per cento del valore della lana e del panno.

Il valore complessivo di questi due oggetti può ritenersi di 200,000

talleri, e quindi il guadagno di 500 talleri. Dunque effettivamente, quando abbiano luogo modicità di prezzo e celerità di trasporto nella indicata misura, sopra 100 centinaja di lana, che dalle provincie occidentali vanno al Reno, e ritornano in panno, la ricchezza nazionale avrà un profitto di 400 talleri (1).

§. 32. Anche senza un così notevole ribasso ne' trasporti, solamente, colla loro celerità si accresce lo scambio delle merci e dei prodotti, perchè allora diviene suscettibile ad essere trasportato anche taluno di quelli che altrimenti nol sarebbero, perchè facili a corrompersi.

§. 33. Le premesse considerazioni non servono che a porre in evidenza il cardine dell'economia dello Stato, chè laddove più modico, più sicuro e più celere è il mezzo di trasporto delle merci, ivi più abbondanti saranno le produzioni particolari a quel paese, od a quella provincia, ed a maggiore prosperità verranno in generale promosse la cultura del paese, l'industria e la ricchezza nazionale.

(1) Sarà facile colla scorta di dati positivi l'estendere queste applicazioni ai bisogni, ed alla condizione attuale delle nostre provincie, e vedere quale verosimilmente potrà essere lo sviluppo delle nostre industrie manifatturiere ed agricole, quando abbiano realmente esecuzione i progetti che si stanno elaborando con tanta alacrità.

CAPITOLO SESTO.

EFFETTI DEL TRASPORTO CELERE ED ECONOMICO DEI VIAGGIATORI SULL' INCREMENTO DEL BEN ESSERE SOCIALE.

§. 34. La celerità e il buon prezzo nel trasporto delle persone contribuisce essenzialmente all'incremento della nazionale ricchezza.

Tutti i viaggiatori guadagnano tempo e danari; ed il primo, come è noto, è valutabile anch'esso in contanti, e in molti casi va stimato ben più assai delle semplici spese di viaggio. Il totale risparmio che in questo modo si ottiene, non è un guadagno insignificante, e quindi un aumento alla ricchezza della nazione.

Inoltre si rende più combinabile il viaggio, e più agevole ad un molto maggior numero di persone. Con ciò si spiega la causa per cui la frequenza dei viaggiatori sulle strade ferrate superò sempre col fatto l'aspettazione.

In una nazione il numero delle persone che non possono impiegare molto danaro e tempo in viaggi, è di gran lunga maggiore del numero di quelle che non temono anche di sciuparne. Quindi ad ogni diminuzione di tempo e danaro, una nuova e più numerosa classe di persone si mette in situazione di poter viaggiare. La classe pedestre scompare intieramente, perchè è più spendioso il viaggiare a piedi che non sulle strade ferrate. Se si ammette che una persona possa percorrere 36 leghe di strada in sei ore colla spesa di un tallero, od in 18 ore con 15 grossi, in allora migliaja di lavoranti in certi casi speciali, ed in certe stagioni dell'anno si porteranno più lontani affine di occuparsi più utilmente e con maggior guadagno di quello che nol possono fare in patria.

Quest' ultima circostanza è di una straordinaria importanza. Ne deriva da essa:

a) che se in un paese od in una provincia vi siano per caso di eseguire dei lavori manuali di straordinaria entità, le mercedi giornaliere non si alterano sproporzionatamente.

b) che all' opposto la mercede giornaliera in un paese non può così facilmente avvilirsi a dismisura.

c) che specialmente pei lavori d'agricoltura si hanno a disposizione maggiori braccia nella stagione che maggiore se ne ha il bisogno.

d) che i lavoratori, i quali di regola sono di sussidio nell'agricoltura, possono molto più facilmente trovare altrove la necessaria occupazione nella stagione invernale.

§. 35. La celerità e modicità del prezzo di trasporto delle persone opera sulla cultura del paese in una maniera non mai finora considerata, vuol virsi cioè, che le sorgenti di guadagno, lontane finora dai punti centrali del divere agiato, cioè dalle maggiori e più doviziose città, e poste in remote regioni, vengono rese più agevoli a facoltose ed industriose persone. Negoziatori che s' acquistarono un vistoso patrimonio, maggiore di quello necessario ai loro affari, sono per lo più disposti ad impiegare il superfluo capitale nella coltura del suolo, nella escavazione delle miniere, nelle fonderie ed in altre consimili imprese, che per certi rapporti sono vincolate a rimanersene fuori delle città; egli è naturale soprattutto che l'occasione di impiegare questi capitali non cercasi a grande distanza del luogo della propria dimora, per potere senza grave sagrifizio di tempo e di spesa frequentemente sorvegliare in persona l'intrapresa. Anche il giovine iniziato nell'industria cerca per lo più in patria un impiego adatto alla sua vocazione ed alle sue cognizioni. Tali circostanze sono tra le cause, per cui nelle regioni ricche ed industri il valore del suolo si sostiene, non rimangono oziose e derelitte le fonti di sussidio del paese, e raro è quivi che una corrente d'acqua non sia fruttuosamente utilizzaata.

Ora tosto che il dispendio di tempo e danaro per una corsa di 60 a 70 leghe non costerà più che attualmente si vuole a percorrere 10 o 15 leghe, allora si aumenterà in eguale proporzione anche la sfera, entro la quale uomini facoltosi ed industriosi sogliono cercare occasione ad intraprese della suddetta specie.

CAPITOLO SETTIMO.

LE STRADE DI FERRO CONSIDERATE DAL LATO POLITICO.

§. 56. Gli effetti politici dei mezzi di trasporto celeri ed a poco prezzo meritano la più seria considerazione.

Tali mezzi di trasporto, giusta l'esperienza, promuovono in modo straordinario la scambievole comunicazione fra gli uomini. Opinioni ed idee sono per una gran parte il prodotto delle reciproche comunicazioni sociali. Quanto più la società si estende, devono eziandio più e più fondersi le idee ed opinioni degli uomini portate tra loro a più prossimi e moltiplici contatti.

I mezzi di trasporto facili, devono perciò influire di necessità sullo spirito nazionale; quest'ultimo inclinerà a informarsi sulle opinioni di coloro che manifestavano maggiore sviluppo anche prima della operata riunione.

§. 57. Non è solo il numero degli individui che determina la forza politica degli Stati; la ricchezza del popolo è almeno una potenza equipollente. Ciò quindi che sotto questo riguardo viene guadagnato coi mezzi perfezionati di trasporto, è contemporaneamente un guadagno nella potenza politica.

§. 58. Questa potenza si fortifica proporzionalmente in uno Stato che ottenne dalla sorte vasti confini, e per lo più colla concentrazione, la quale si acquista con mezzi di trasporto celeri ed a buon prezzo. La concentrazione del regno di Francia è da riguardarsi come l'essenziale e precipuo consolidamento della sua potenza.

§. 59. Anche per l'arte della guerra sono da aspettarsi grandi risultamenti dalle strade ferrate. Coloro stessi che in tale proposito hanno le più meschine vedute, confessano la certezza di una significante facilitazione nel trasporto delle sussistenze e dei treni di guerra, e sostengono solamente che le strade ferrate non sarebbero utili per il trasporto di considerevoli corpi di truppa.

A questa asserzione venne però d'altra parte contraddetto con forti ragioni. Intanto si può ammettere che ad ogni progresso della meccanica rapporto all'uso delle strade ferrate, la suscettibilità di queste ultime nel venire impiegate per il trasporto di grandi corpi di truppa deve parimente aumentarsi.

CAPITOLO OTTAVO.

CONDIZIONI PARTICOLARI ALLA PRUSSIA.

§. 40. Le strade ferrate, come si dimostrò nella prima Sezione, possono corrispondere alle più difficili pretese sulla modicità del prezzo, e sulla celerità dei mezzi di trasporto. Esse possono aumentare e migliorare la coltivazione del suolo, la attività industriale, il benessere universale, e la forza politica dello Stato ad un grado non per anco immaginato, e togliere di mezzo il difetto delle lunghe distanze fra i confini del proprio paese. Le strade ferrate meglio dei fiumi navigabili, possono prestare ad un vasto continente un mezzo di trasporto efficace e buono quanto le navi sul mare.

La Prussia in confronto di tutti gli altri Stati ha realmente il massimo interesse di appropriarsi questo grandioso mezzo di trasporto.

L'Inghilterra ed il Belgio possedevano già prima dell'introduzione delle strade ferrate i più perfetti mezzi interni di comunicazione mediante fiumi, canali e strade artificiali; la popolazione vi è stipata sopra una superficie circoscritta, il mare è vicino dappertutto, e in Inghilterra specialmente il cabotaggio permette comunicazioni economiche.

L'Inghilterra e il Belgio colle strade ferrate rendono ancor più favorevoli le loro condizioni già propizie.

Quanto diverse non sono queste in Prussia! Grandi distanze; tratte di territorj i cui prodotti sono quasi senza valore, perchè in causa del troppo costoso trasporto non si può procurarne lo smercio nel più vantaggioso modo possibile; nessuna comunicazione di fiume o di canali fra le occidentali ed orientali provincie; una solamente esistente nelle provincie orientali, ma difettosa, parte per la bassezza dei fiumi, parte per la lunga durata del verno; le strade spesso in cattivo stato, ad onta delle cure più diligenti e più savie delle Autorità, perchè il materiale non è così buono come in Inghilterra; nessun porto proprio nel mare del Nord, la navigazione sul Baltico difficile, e per giunta aggravata dai diritti di dogana. Quale stimolo a rimuovere inconvenienti così gravi!

Il mezzo acconcio è offerto dalle strade ferrate; esse, più che qualunque altro mezzo di trasporto fino ad ora conosciuto, possono procacciare alla Prussia quei vantaggi politici ed economici che, come abbiamo fin qui dimostrato, dalle medesime ne scaturiscono.

§. 41. Prescindendo dalla vastità dei confini, la Prussia ha delle condizioni speciali, che esigono più potentemente che in qualunque altro territorio l'introduzione del sistema delle strade ferrate.

Vi è la necessità politica di centralizzare le parti della Monarchia occidentali ed orientali novellamente acquistate, tanto dal lato della comunione degli interessi, che da quello delle opinioni. Questa asserzione non abbisogna di ulteriori spiegazioni; ella è intesa certamente da qualunque uomo di Stato, e sta incontrastata.

§. 42. La forza politica di uno Stato è sempre relativa. Sotto questo riguardo la forza politica della Prussia è da confrontarsi particolarmente con quella della Francia e della Russia. Se questi Stati aumentano colle strade ferrate la loro interna relativa potenza politica, la forza della Prussia si scemerebbe, se non facesse lo stesso almeno in eguale proporzione. La Francia condurrà la sua bella concentrazione ad un grado ancor più alto col mezzo delle strade ferrate. Il lato debole del grande Impero russo è sempre stato la mancanza di concentramento. Lo spirito politicamente grande e perseverante dell'Impero russo, non è sgomentato da gigantesche intraprese che rafforzano la potenza della Monarchia. Essa stante le sue instituzioni interne tiene a disposizione grandi mezzi di sussidio per l'esecuzione di tali imprese, che in Germania, come in tutta l'Europa occidentale, non sono ugualmente proporzionati alla condizione politica dei popoli. Perciò la Russia senza il menomo dubbio si procaccerà presto e con perseveranza col mezzo delle strade ferrate questa forza di concentramento; distruggerà l'inconveniente delle grandi distanze, e quindi possederà una forza per lo meno raddoppiata tanto nell'interno che all'estero. Anzi la Russia con quell'energia che è propria del suo attuale Governo, ha già intrapresa l'erezione delle strade ferrate, e le promuove e sollecita più che qualunque altro Stato europeo.

§. 43. Il sistema di commercio vigente in Russia, come è noto, è pregiudizievole sommamente ai territorii prussiani, che le sono ai confini; la condizione di tali territorii è divenuta perciò veramente critica e degna di riflessione nel rapporto politico ed economico, ed esige provvidenze urgenti, purchè queste siano appena possibili. La speranza di un radicale cangiamento nel sistema commerciale russo è svanita: infruttuosi furono tutti gli sforzi della Prussia a questo scopo. Colle strade ferrate si può rimediare radicalmente a tale condizione infelice. Non si opponga che la erezione di strade artefatte in quei territorj non sortì le sperate buone conseguenze. L'erezione delle strade ferrate, quando queste vengano fatte per l'uso più economico, deve di necessità produrre tutt' altri effetti, perchè allora la massa dei prodotti può essere trasportata a distanze maggiori, e queste pei viaggiatori verranno ad essere riavvicinate in modo straordinario con notevole diminuzione di tempo e di spese.

SEZIONE TERZA.

COSTRUZIONE DELLE STRADE FERRATE A SPESE DELLO STATO.

CAPITOLO NONO

MOTIVI.

§. 44. Fino ad ora non si è mai considersto in Germania come punto principale nella costruzione di canali o di strade quale sia per essere il diretto guadagno percepibile dal fondo capitale. La considerazione precipua fu sempre l'utilità della costruzione. Colle strade ferrate sembra che la cosa vada altrimenti, quantunque le medesime per l'universale vantaggio stiano al di sopra di gran lunga delle strade comuni, e siano da preferirsi nella massima parte dei casi perfino ai canali. Nelle frequenti discussioni che ora si fanno sulle strade ferrate per sapere se sieno impresa conveniente, è raro che a dirittura non si parli d' altro che del guadagno che può essere ricavato dal fondo capitale, e quasi mai si discorra del pubblico vantaggio.

Questa tendenza dei ragionamenti sulle strade comuni non è certamente lodevole e grata, ed è da sapersi molto buon grado, al governo degli Stati di Prussia, che combattendo una tale tendenza, abbia fatto risaltare il punto di vista del pubblico bene a preferenza della speculazione privata

Questo governo, con poche insignificanti eccezioni, si è mantenuta libera la scelta della più utile introduzione delle strade ferrate; esso saviamente non pronuncia con troppo affrettameuto i suoi giudizii definitivi su questo proposito. Quand' anche ciò non soddisfi all'impaziente brama di fruire

del vantaggio delle strade ferrate, si ottiene però l'utile non meno importante, che le vedute intorno alle medesime si rischiarano e si rettificano sempreppiù, cosicchè più facilmente e con maggior sicurezza si possono scegliere le misure di precauzione più opportune per la loro esecuzione.

Una spiegazione quindi di tali cautele non giungerà troppo tardi anche adesso per la Prussia. Essa può riescirne utile anche nella maggior parte degli altri Stati di Germania perchè in generale il metodo di esecuzione non è ancora definitivamente stabilito che per linee poco estese.

§. 45. Perchè le strade ferrate possano promovere in sommo grado la coltura del paese ed il traffico, ed elevare le forze della nazione, non devono essere assoggettate ad aggravii, come chiaramente lo dimostrano i risultamenti trovati nella prima sezione, onde non vi abbiano ad essere sostenute altre spese che quelle di manutenzione e di esercizio. Dovrebbe essere press' a poco come nelle strade ordinarie, poche delle quali fruttano nel senso commerciale, e molte non rendono l'occorrente per mantenerle: le strade in ferro le costruisca dunque lo Stato.

§. 46. Può insorgere il disparere, se sia meglio applicare alle strade ferrate la massima stabilita nel precedente paragrafo, o caricarle direttamente di un aggravio sul fondo capitale.

Senza esitare io do la assoluta preferenza alla prima massima. Le mie ragioni sono in succinto le seguenti:

1.° In paesi popolati come l'Inghilterra ed il Belgio, ove d'altra parte le comunicazioni per acqua sono così in pregio, la necessità di stabilire un trasporto a prezzo tenuissimo con strade ferrate, non è tanto sensibile come in Germania ed in Prussia. Le cause furono accennate nella seconda Sezione.

2.° Quei prodotti che in proporzione del loro peso non hanno gran valore, e di questi è appunto il maggior numero, possono tradursi a lontane regioni solamente quando il prezzo di trasporto è molto tenue.

3.° Lo straordinario incremento della rendita del terreno, del valore dei fondi stabili, del traffico, ed in generale della ricchezza nazionale, che sarà un effetto sicuro della massima economia nei prezzi di trasporto, è un guadagno per lo Stato molto più grande di un introito diretto sul fondo capitale delle strade ferrate.

4.° Cogli avvertiti incrementi si accrescono sommamente le rendite dello Stato, per via di tasse indirette e dirette, e verosimilmente in questo modo verrebbero intieramente coperti gli interessi del fondo capitale delle strade ferrate, anche senza maggiori aggravii.

§. 49. Le strade ferrate quasi senza eccezioni, non possono sussistere senza frequenza di viaggiatori; almeno questo deve essere il mezzo per potere procurare il trasporto delle merci a prezzi modicissimi. Ma in Germania generalmente la posta è stabilita come mezzo celere di trasporto, e quindi nasce una collisione tra gli interessi della posta e quelli del pubblico, che domandano il mezzo più economico del trasporto colle strade ferrate. Questa collisione viene distrutta nel modo più semplice, quando lo Stato costruisca le strade ferrate a suo conto. Non tralasci adunque di farlo.

§. 50. I canali e la massima parte delle strade ordinarie sono di proprietà dello Stato; tanto più lo devono essere le strade ferrate, perchè esse intaccano di gran lunga più potentemente e profondamente la vita degli Stati, che non gli altri mezzi di comunicazione.

Quanto possa riescire dannoso agli Stati il commettere a privati con privilegi i più importanti mezzi di comunicazione, lo ha dimostrato la casa Thurn e Taxis. Quale Governo, quando in origine fu impartito a questa casa il privilegio per l'amministrazione delle poste, avrebbe potuto immaginarsi che un giorno ne dovessero derivare notabili pregiudizievoli conseguenze agli Stati, e l'obbligo di un compenso di milioni? Perchè non cercheremo noi di evitare la possibilità, ed anche la sola presunzione, che ai nostri posteri, od anche a noi stessi possano toccare di consimili sagrificii? Il mezzo più semplice e sicuro lo conosciamo; è quello di costruir le strade ferrate a carico dello Stato.

§. 51. Coloro stessi che non considerano la cosa, partendo dal più alto punto finanziario, ma bensì dal lato fiscale, trovano ragioni, perchè lo Stato costruir debba per suo conto le strade ferrate. Non si batte più una via intentata, non fa più bisogno ricorrere alla teoria per fabbricare una strada ferrata, e per usarne direttamente come una sorgente di speculazioni finanziarie. L'esperienza ha provato nel modo più parlante, in Inghilterra, nell'America settentrionale, nel Belgio e nella stessa Germania, che molte strade ferrate possono presentare un rilevante guadagno, e che il sempre crescente aumento di frequenza lo assicura perennemente, anche in quei tronchi ove il costante passaggio attuale non produrrebbe proporzionati introiti, appunto per l'incessante aumento di passaggio. Non è poi necessario che una strada ferrate debba produrre il 20 per 100, come quella da Norimberga a Fürth, od il 10 per 100, come quella da Liverpool a Manchester; anche minori introiti dal 4 sino al 10 per 100 non sono da disprezzarsi.

Se il governo belgico volesse vendere ora la strada ferrata da Brus-

sella ad Anversa al maggior offerente, con concessione perpetua, per lo meno ricaverebbe come prezzo di alienazione, il quadruplo valore delle spese di costruzione; esso dunque nel mentre che costrusse per proprio conto, ha prodotto allo Stato il triplo valore delle spese esborsate. E siccome la summentovata strada ferrata è lunga sei leghe, così il governo belgio, rimanendo fermo contro tutti i tentativi di affidare la costruzione delle strade ferrate nelle mani di privati intrapreditori, con questa sola strada ferrata ha dato il mezzo allo Stato di costrurre diciotto leghe di strada ferrata, senza sborso d'interesse sul fondo capitale pel bene generale ed in quelle situazioni ove si può promuovere la cultura del paese ed il traffico con mezzi di trasporto straordinariamente modici. Le strade ferrate adunque sieno costrutte a spese dello Stato.

§. 52. Ella è una mira lodevole che gli Stati schivino a bello studio di contrarre nuovi prestiti. Però non mi sembra opportuno l'ammettere senza eccezioni il principio di non contrarre prestiti, se non in caso di estrema necessità.

Quando uno Stato prende a prestito cento milioni, e con questo prestito aumenta per lo meno dell' egual somma il patrimonio nazionale; esso non è con ciò divenuto più povero, ma certo più potente. Ora siano pure giudicate le strade ferrate con idee più limitate e coll' animo più gretto; esse saranno pur sempre nuovi capitali creati, i quali producono entrate dirette, che per lo meno pareggiano quel più infimo interesse, con cui qualunque Stato ben organizzato può assumere prestiti in tempo di pace per impiegarli in pubbliche spese. L'aumento del patrimonio nazionale, che indirettamente ed immancabilmente dev' essere l'effetto delle strade ferrate, cioè dei migliorati mezzi di comunicazione, è un secondo capitale prodotto dalle nuove strade ferrate il quale per esperienza supera questo ultimo capitale medesimo. Gli Stati hanno costrutto strade e canali per acquistare il suddetto secondo capitale.

Il contrarre nuovi debiti in tempo di pace per le strade ferrate adunque è giustificato più che per qualunque altro fine.

§. 53. Io non posso chiudere questo Capitolo, senza richiamare l'attenzione sul *Trattato sopra le strade ferrate a carico dello Stato* due tomi, Darmstadt, Stamperia reale di Heyer. L'autore sulla fine del secondo tomo, dice: « Io stesso consiglierei di convenire con private società, quando effettivamente si dedicassero soltanto all' intrapresa ».

Ho già dimostrato che questo non è il caso. Rappresentai che lo Stato solamente può urtare di fronte e direttamente alla nociva collisione degli interessi di società private, con quelli del pubblico, e che anche sotto

tutti gli altri rapporti può lo Stato medesimo meglio corrispondere a quanto si richiede perchè le strade pubbliche ferrate sieno dirette ed amministrate convenevolmente. Le concessioni delle strade ferrate prussiane lo confermano. A che dunque tutte le obbiezioni, le circonlocuzioni, i giri e gli appigli ed artificii, quando lo Stato e la nazione posseggono i mezzi di procurarsi in modo semplicissimo e diretto il vantaggio delle pubbliche strade ferrate? Questi mezzi non mancano allo Stato di Prussia. Esso può ottenere capitali al più discreto interesse, quando ne assuma la garanzia, e dia ai sovventori un' ipoteca speciale sulle rispettive strade e sugli introiti delle medesime. Tale garanzia è insignificante, attesa la sicurezza che presenta un' intrapresa di strade ferrate, scelta e stabilita con ponderatezza; ed il prestito non è un aumento al debito, ma sibbene al patrimonio dello Stato. Ciò è a dirsi di tutta preferenza per la monarchia prussiana. L' intensiva potenza ed il peso intellettivo che la Prussia cerca di sempre più dispiegare, acquistano una nuova e ricca sorgente, ed un punto d'appoggio col sistema di strade ferrate che lo Stato intraprende dietro un piano positivo. I difetti della topografica situazione scompajono: Danzica e Magdeburgo, Magdeburgo e Colonia diventano città limitrofe. Il contatto agevolato fonde le lontane provincie in un tutto nazionale. Il vantaggio della vicinanza si amalgama con quello della distanza. La Russia comincia ad intenderlo; essa diventa in tal modo insuperabile, e più tremenda ancora nella offensiva. Le pubbliche strade ferrate possono essere comparate ne' loro effetti all'introduzione della polvere nell'arte della guerra: uno Stato non può difettarne quando l'altro ne abbia. La differenza è questa sola: le strade ferrate promuovono tanto il vantaggio dell'uno che dell' altro; esse sono un comune guadagno che tanto più si accresce, quanto più le strade si estendono. Le stesse ragioni ed effetti che parlano in favore dell'unione degli Stati tedeschi per una comune politica di commercio e per un sistema di dogane, raccomandano anche la combinazione di un sistema di strade ferrate. Grandi pericoli minacciano l'interesse comune, se nel determinare le direzioni e le linee stradali si nutrono viste troppo limitate a vantaggi locali e particolari, e se per l'inconsiderata ansietà di questi si perderà di vista l'interesse pubblico.

CAPITOLO DECIMO.

ESECUZIONE PRATICA.

§. 54. Alcuni impiegati di Stato ribattono la mia opinione, che le strade ferrate debbano essere costrutte dal pubblico erario, affermando che il Governo è già abbastanza aggravato dalle cure dell'ordinaria amministrazione, senza aggiungervi anche questa delle strade ferrate, e che non conviene limitare lo sviluppo della privata attività industriale. La mia opinione sui danni di una tale restrizione in generale, e segnatamente sull'aggravio derivabile all'amministrazione, è conosciuta; quindi il mio modo particolare di vedere rispetto alle strade ferrate dovrebbe appunto per questo meritare maggiore attenzione.

Impertanto non mi si travisi. Io non penso già che lo Stato abbia ad assumere l'azienda delle strade ferrate; questa non è diversa dalla gestione di un grande stabilimento, dove occorrono cognizioni di commercio e tecniche, oltre ad una accuratissima sorveglianza; un'azienda di tal sorta per essere utile deve essere protetta essenzialmente dall'interesse privato, e bisogna lasciarle quella latitudine che non è compatibile in un'amministrazione erariale.

§. 55. Per loro natura le società di azionisti non posseggono di regola i requisiti necessarj per il più vantaggioso esercizio, nella misura che li possiede un intrapreditore solo, od una compagnia di pochi. Converrebbe quindi che ad offerte egualmente vantaggiose si preferisse l'intraprenditore solo alle società per azioni.

§. 56. Quanto alle condizioni per la concessione dell'esercizio delle strade ferrate vi possono essere applicati principj assai differenti.

Le seguenti condizioni però, per quanto diversi sieno i principj regolatori, possono sempre rimanere sostanzialmente intatte.

1.° Bisogna che sia stabilita la durata massima della concessione, acciocchè per il bene generale ritornino a vantaggio del Pubblico i perfezionamenti che si introducessero durante l'esercizio pratico. La massima durata della concessione potrebbe essere di venti anni allo incirca.

2.° Gli intraprenditori devono conservare la strada ferrata in istato perfettamente lodevole.

3.° Gli intraprenditori che subentrano dopo spirata la concessione, devono rilevare dagli antecedenti intraprenditori tutti gli attrezzi, e le macchine al prezzo della stima che sarà instituita dietro l'appoggio di regole normali.

4.° La concessione devesi appaltare per procurare allo Stato le più vantaggiose condizioni.

§. 57. La differenza essenziale delle regole si ricava dalle seguenti considerazioni cioè:

A. se lo Stato voglia trarre dal fondo capitale della strada ferrata il massimo diretto introito? oppure

B. se voglia ottenere direttamente dal fondo capitale una rendita fissa e limitata? o finalmente

C. se voglia circoscrivere le sue mire solamente al più basso prezzo di trasporto?

Ammettendosi il principio in A, il mezzo più semplice e naturale è quello di accordare la concessione all'intraprenditore che avrà offerto il partito migliore, garantito da idonea sigurtà. Un Governo però nel seguire questo principio dovrebbe avere la precauzione di stabilire preliminarmente una tariffa del limite massimo del prezzo di trasporto, per quegli oggetti il cui facile ed economico trasporto influisca sulla prosperità nazionale.

Se si prende per norma il principio in B, allora bisognerà preferire quell'intraprenditore il quale, oltre al prestare il canone determinato, offre i più bassi prezzi di trasporto. Nello stabilire i patti dell'appalto devonsi contemporaneamente indicare quegli oggetti pei quali il Governo esige prezzi minimi di trasporto.

Anche col principio esposto in C non si considera che l'offerta dei minimi prezzi di trasporto, parimenti con una certa gradazione per determinati oggetti.

A questi principj se ne possono aggiungere dei secondarj, facili ad immaginarsi, e ad essere stabiliti a seconda delle circostanze.

§. 58. Del resto qualunque intelligente lettore deve accorgersi che anche l'esposizione dei diversi principj relativi al pratico esercizio delle strade ferrate, è un novello argomento ed una conferma della opinione che tali strade debbano farsi a spese dello Stato. Ciò è utile evidentemente, quando lo Stato si riservi la facoltà di potere stabilire secondo le circostanze su diverse strade ferrate anche diversi principj e regole per l'esercizio pratico.

SEZIONE QUARTA.

COSTRUZIONE DELLE STRADE IN FERRO PER SOCIETA' PRIVATE.

CAPITOLO UNDECIMO.

CENNI PRELIMINARI.

§. 59. Questa Sezione sarebbe superflua, se i principj esposti nella precedente fossero atti a persuadere e condurre al fatto. Ma può darsi che quand' anche non fossero contrastate tali massime, pure si oppongano ostacoli insuperabili all' adozione pratica della mia idea; quindi devo sottoporre a fondato esame anche l' idea dell' erezione per conto di società private.

Ad onta che si stabiliscano colla massima accuratezza il metodo e le condizioni, pure colla erezione a carico dei privati non si raggiungono quei vantaggi che si avrebbero con quella a conto dello Stato. Il problema perciò da risolversi si riduce a ritrarre il massimo possibile da questi vantaggi.

§. 60. Se gli azionisti od intraprenditori di una strada ferrata guadagnano, questo guadagno è bensì un aumento anch' esso della ricchezza nazionale, ma del tutto secondario. Lo Stato non mantiene l' armata, acciocchè i fabbricatori ed i sartori guadagnino sul loro vestire; esso non fa costrurre canali, sostegni, strade, per dare guadagno al privato intraprenditore, ma perchè ne risulti un vantaggio generale. Questo vantaggio è fuori d'ogni confronto più importante che il vantaggio privato degli intraprenditori.

Ciò dicasi ancor più ampiamente dalle strade ferrate. Gli intraprenditori privati che le fabbricano, sono perciò da riguardarsi come mezzi conducenti allo scopo, non da confondersi collo scopo stesso; sono da

considerarsi come una necessità alla quale bisogna uniformarsi se si vuole raggiungere lo scopo. Il Governo deve lasciar loro la vista di un guadagno ossia di un maggiore lucro, che non l'usuale interesse garantito con ipoteca o quello che si ricava dalle obbligazioni dello Stato; altrimenti essi non vorrebbero cimentare i loro capitali col pericolo di perderli. Ma il Governo non ha mestieri di accordare agli intraprenditori un guadagno maggiore di quello necessario per raggiungere lo scopo; nè lo potrebbe, poichè ha l'obbligo di promuovere il massimo generale vantaggio.

§. 61. Quello che gli azionisti devono sagrificare colla vista di accrescere o di rendere durevole il guadagno con interesse dello Stato, lo si deve loro rimborsare aumentando la probabilità del guadagno, per lo meno col ricavo di un interesse adequato, semplificando le operazioni amministrative, ed accordando quegli utili che pochissimo o nulla in proporzione possono costare allo Stato.

Per quanto è fattibile, devonsi togliere di mezzo o diminuire quei difetti che, giusta la natura delle circostanze, si oppongono alla prosperità delle società per azioni, specialmente delle società per le strade ferrate.

§. 62. Non si dimentichi che le società ordinariamente non si formano per viste di patrio interesse, ma bensì coll'intenzione di cavare dai capitali una buona rendita, o di guadagnare al corso. Questo interesse privato deve da un lato essere moderato in guisa che non pregiudichi molto all'interesse dello Stato; d'altro lato non deve essere siffattamente circoscritto da spegnere o difficoltare l'acquisto delle azioni basate sulla vista di un guadagno, sicchè la benefica influenza di quello slancio che move dal desiderio di lucro, appoggiato alla condotta bene ideata delle imprese, avesse a provarne discapito essenziale.

§. 63. Nei principj che stabilisco per la costruzione a conto privato, vi sono anche quelli applicabili alla costruzione per conto dello Stato, e che vennero ommessi a bello studio nella antecedente Sezione per iscanso di ripetizioni. Raccomando che la utilità e l'applicazione di questi principj non si considerino isolatamente; io cerco di esporli in un sistema pratico che li abbraccia tutti, per cui anche come tale deve essere considerato.

A maggiore intelligenza segnerò con numeri progressivi questi principj.

CAPITOLO DUODECIMO.

ANDAMENTO DELLE LINEE STRADALI.

§. 64. Il mezzo di comunicazione mediante fiumi navigabili lo hanno trovato gli uomini come un mezzo dato; le strade ferrate all' opposto vengono create dall' umana volontà. La Provvidenza ha con ciò imposto al Governo la responsabilità, che questo potente mezzo di incivilimento venga introdotto e posto in esecuzione non senza previo esame e disegno, come in ogni singolo caso potrebbe forse convenire alla speculazione degli impresarj privati, ma bensì maturato con seria considerazione agli interessi del paese e delle vigenti relazioni e circostanze locali.

I.° Il Governo quindi deve prestabilire un piano determinato, secondo il quale abbiano a costruirsi poco a poco le strade ferrate. Le seguenti regole possono servire di norma.

II.° Il promovere le facili comunicazioni in un paese od in più paesi uniti con un solo sistema commerciale, o che colla massima probabilità vi si uniranno presto, sia il punto di vista precipuo, posciacchè lo scambio dei prodotti nell' interno del paese è la parte più interessante del complessivo traffico. Quanto più e quanto meglio si porranno in comunicazione tra loro le parti più remote del paese, altrettanto più sicuramente e più copiosamente si diffonderà su di esso la prosperità.

III.° Due mire in apparenza fra loro opposte devonsi avere sottocchio; non si devono intaccare le vigenti relazioni commerciali delle più importanti città, ma anzi devono venire promosse; e nello stesso tempo devesi risvegliare ed eccitare la coltivazione del terreno e l'industria nei territorj in cui la coltivazione e l' industria sono meno sviluppate.

In fatto queste due mire non si oppongono altrimenti fra loro, giacchè se si conseguiscono ambedue, allora la già esistente industriale attività crescerà necessariamente colla ricchezza delle provincie finora povere, e per queste ultime sarà pure vantaggioso l' acquisto ed incremento della ricchezza e della industria delle più importanti città. L'opinione che il guadagno di un paese è la perdita di un altro, appartiene ad un tempo

in cui non avevasi idea alcuna di economia nazionale. E quello che si può asserire indubbiamente per due differenti paesi, è applicabile anche alle differenti parti di un paese solo.

IV.° Rispetto al commercio esterno e specialmente d'oltremare devesi guardare particolarmente di ovviare coll'andamento da darsi alle strade ferrate alle difficoltà ed agli ostacoli finora incontrati.

V.° Siccome il capitale per le strade ferrate è tanto vistoso in proporzione alle spese dell'esercizio pratico, così nello stabilire la direzione della linea si dovrà aver riguardo alla possibilità ed opportunità di poter impiegare una stessa linea quale moltiplice mezzo di comunicazione.

Mi spiego con due esempj. Se per la comunicazione di Elberfeld, Dusseldorf e Colonia, la linea stradale parte da Elberfeld al doppio fine di condurre a Dusseldorf ed a Colonia, servono in comune due leghe, e poscia si dirama in due braccia; allora non abbisognano di essere costrutte 9 ¼ leghe per poter porre in comunicazione tra loro le tre città, senza che nella direzione della linea tra due di queste città vi abbia luogo un giro vizioso di strada; all'incontro fa mestieri di costrurre 15 ½ leghe di strada, volendo stabilire apposite strade dirette tra Elberfeld e Dusseldorf, tra Elberfeld e Colonia, e tra Colonia e Düsseldorf. Se si costruisse una strada da Berlino ad Amburgo che passasse per Wittenberga e sull'Elba, allora il tronco da Berlino a Wittenberga potrebbe venire impiegato nello stesso tempo quale linea diretta al Reno, tanto più che da Wittenberga per Hannover e Minden, ove comincia la strada dal Reno al Weser, le condizioni del terreno sono avantaggiosissime.

§. 65. Contro l'obbiezione che può farsi di non essere mestieri di un piano generale delle linee ferrate, e che l'industria privata già da sè medesima gradatamente stabilisca le linee più vantaggiose per il paese, io, siccome l'Inghilterra e l'America settentrionale soglionsi chiamare modelli in simil genere, espongo le seguenti riflessioni:

In Inghilterra, come si disse nella seconda Sezione, sussistono tutt'altri rapporti e circostanze che in Germania, tanto riguardo ai mezzi attuali di trasporto, che riguardo alle distanze; tuttavia viene instituito il più rigoroso esame intorno alla direzione della linea di ogni strada in relazione al bene pubblico, si assumono testimonianze, si interrogano persone pratiche, e non viene rilasciata la concessione, se non dietro approvazione del Ministero e delle due Camere del Parlamento, e dopo acquistata piena cognizione della causa. Dunque in Inghilterra non si lascia in alcun modo liberamente agire l'industria privata colle strade ferrate, come spesso erroneamente si crede.

Nell' America settentrionale, modello della più estesa industria privata, venne pure dal Governo del Centro già da tempo stabilita una commissione, incaricata di formare un piano dei più grandiosi mezzi di comunicazione per gli Stati-Uniti così ricchi in superficie ed in ajuti, come può rilevarsi dall' opera di Poussin sopra i canali e le strade ferrate dell' America settentrionale; e coll' influenza diretta od indiretta di questa commissione o del Governo del Centro, si procede con successo all' esecuzione del proposto piano.

§. 66. — 6.° In quel modo che il Governo collo stabilire un piano generale promuove l' utilità delle strade ferrate, ne promuove eziandio l'esecuzione provvedendo di mano in mano a sue spese ai lavori preparatorj, almeno fino ad un certo grado, come sarebbero le livellazioni e le stime. Così è praticato in Francia, nè questo sistema impedisce ad intraprenditori privati di assumere lavori preliminari ancora più convenienti; ed è pur vero che il Governo francese si attiene di preferenza al proprio piano che non a quelli del privato intraprenditore. Le spese che sostiene a tal uopo il Governo, sono trascurabili in confronto al fine grandioso di determinare le linee ferrate più vantaggiose. Inoltre queste spese sono per sè tenui, perchè lo Stato fa soventi volte redigere i progetti da impiegati già stipendiati. E qualora lo Stato non volesse sostenere anche siffatte spese, può farsele rimborsare dalla società che eseguisce il progetto.

§. 67. — 7.° Non dovrebbero venire concesse quelle brevi linee parziali, atte a far parte di una importante linea ferrata non ancora costrutta, senza imporvi la condizione che la società, la quale costruirà l' ultima linea, sarà autorizzata a rilevare dalla società che eresse le accennate brevi tratte, tutte le azioni al pari, o ad un ragguagliato massimo del corso, quando pure questa società non preferisse di incorporarsi colla prima. Sopra strade primarie di rilevante lunghezza vi sono frequentemente delle diramazioni, o bracci secondarj, comunicanti a centr di vivo commercio, o tra due popolose e grandi città, o tra una grande città ed un luogo di delizia molto frequentato e così via, i quali evidentemente devono essere molto lucrosi per una compagnia di strade ferrate, mentre il guadagno sopra gli altri tronchi è minore e più incerto; l' incertezza o tenuità del guadagno su l' un tronco viene opportunamente commisurata col certo e maggiore guadagno sull' altro. In questo modo la Prussia, che si è comportata molto saviamente colle società formatesi in Elbersfeld e Düsseldorf pei singoli tronchi della strada ferrata dal Reno al Veser; altrettanto saggiamente si comporta a non concedere la strada fer-

rata da Berlino a Francoforte sull' Oder, se non colla succitata particolare condizione; allora tanto più certamente e più celeremente si formerà una compagnia per la strada ferrata da Berlino a Breslavia.

Quando l'esito delle strade ferrate non era ancora generalmente reso noto dalle vicine esperienze, e si accarezzava soltanto il primo slancio della industria privata per le intraprese delle strade ferrate, allora tutto al più poteva sembrare giustificato l'inadempimento della predetta massima, ma adesso non lo sarebbe più.

Quest' osservazione è applicabile non solamente al principio qui esposto, ma anche a qualche altro, che incontrastabilmente è giusto, e tuttavia non venne ancora considerato da nessun Governo.

CAPITOLO DECIMOTERZO

INSTITUZIONE DI UNA COMMISSIONE PER LA GIUSTIZIA AMMINISTRATIVA NEI CASI CONCERNENTI LE STRADE FERRATE.

§. 68. Quando accade di dover decidere sopra domande di concorrenza od altri oggetti di controversia relativi alle strade ferrate, ciò deve farsi dietro esame ed a tenore di prescrizioni esatte e limitative da previamente stabilirsi.

Quale ministro vorrà assumersi l'individuale responsabilità di decidere da solo nelle più importanti quistioni relative alle strade ferrate. In quistioni ove bene spesso contrarj interessi di privati, località contro località, vantaggio privato contro l'interesse locale e dello Stato, conducono ad aperte e gravi contestazioni, ed anche a maneggi occulti e disgustosi, quale ministro non preferirà di caricare la responsabilità della decisione ad un consiglio?

Questa, per quanto io sappia, è la pratica tenuta effettivamente in quasi tutti gli Stati tedeschi. Il ministro a cui appartiene il ramo delle strade ferrate, ordinariamente ricorso per decisione di quistioni tecniche o di punti di controversia ad un consiglio di impiegati, la soluzione dei punti litigiosi di altra specie fu rimessa all'adunanza o seduta dei ministri.

Si dimanda ora se ciò possa tornare opportuno? Per la loro posizione i primarj impiegati dello Stato sono, senza dubbio, quelli più idonei a riguardare qualsivoglia argomento dal lato dei più importanti interessi dello Stato, e sotto questo rapporto non vi è nulla da opporre contro le misure di precauzione. Ma anche dal più abile degli impiegati dello Stato, non si deve pretendere ciò che sorpassa le forze dell'uomo. Ogni ministro, massimamente nei grandi Stati, ha già troppo da occuparsi, soltanto esaminando e dirigendo colla debita cognizione i molti affari domandati alle sue attribuzioni, ed a prestare la necessaria attenzione ai

progetti di legge ed alle quistioni generali di amministrazione, che pure devono venire di necessità discusse dal consiglio dei ministri. Come si può dunque pretendere che un ministro si procuri la più esatta cognizione di tutti i particolari rapporti e ragioni di diritto nelle diverse quistioni relative alle strade ferrate, di cui esso non può avere notizia alcuna, come estranee à' suoi attributi?

Solitamente l' acquisto di cognizioni esatte dev' essere impossibile, e senza di esse il giudizio non ha opportuno fondamento. Il ministro pertanto non raggiugne il suo scopo riportandosi alle conclusioni del consiglio ministeriale nelle quistioni speciali sulle strade ferrate; egli non si spoglia della sua responsabilità, giacchè ognuno sa che tutti gli altri ministri, non potendo, come è naturale, minutamente esaminare la quistione, decideranno tutt' al più, o dietro la esposizione del relatore, o secondo la propria maniera di vedere.

A ciò si aggiugne che ben di spesso non solo devono essere studiati accuratamente gli atti, ma eziandio devonsi sentire persone verbalmente ed in sufficiente numero, per poter decidere colla necessaria cognizione del fatto. Anzi potrebbe tra le altre cose essere opportuno a svelare la verità, l' ascoltare e confrontare le parti, l'assumere testimonj e periti, prima di risolvere come fanno in Inghilterra le commissioni che vengono instituite dai ministri o dal Parlamento per la decisione di speciali punti di controversia.

Finalmente vi è un altro grave inconveniente a lasciare al consiglio dei ministri la decisione delle quistioni relative alle strade ferrate. Esso, massime nei grandi Stati, non ha tempo di pronunciare con sollecitudine il giudizio, quindi tali quistioni o devono rimanere indecise lungo tempo a pregiudizio degli interessi relativi, o dovranno con pari discapito essere differiti ed interrotti gli altri lavori del consiglio stesso.

Non si creda che i nuovi lavori, risultanti alle autorità governative colla instituzione delle strade ferrate, abbiano ad essere un aggravio effimero; essi sono certo di lunga durata, e rinasceranno sempre nuove controversie da decidere.

§. 69. Per tali ragioni è conveniente l' instituire una commissione di impiegati e di periti, ed incaricarla di consultare ed esaminare le quistioni relative alle strade ferrate, e riferire di conformità al ministro di quel ramo. Sotto il nome di periti intendonsi in questo caso ingegneri, meccanici e negozianti. Cade subito all' occhio che una commissione nella quale sono rappresentate tutte le differenti idee, e le speciali cognizioni indispensabili a giudicare dell' argomento, è in situazione meglio d' ogni altra di considerare qualsivoglia quistione in tutti i suoi rapporti. È pure

evidente che un'adunanza, composta solo di impiegati, fossero anche del maggior rango e i più abili, sarebbe inetta all'esame di tutte le circostanze, come lo sarebbe un'adunanza composta di soli periti. In molti casi lo spirito speculativo del negoziante ravviserà meglio di un meccanico e di un perito, informati puramente alla scienza, il punto sostanziale di cui si tratta; e l'azione reciproca delle vedute amministrative e delle tecniche, varrà a rettificare le opinioni di tutti, ed a produrne un più sicuro e più sollecito risultamento pratico.

9. Nessuna ragguardevole Capitale manca di persone atte a comporre una tale commissione; i suoi membri vanno tolti da individui onesti ed avveduti, i quali devono essere vincolati in modo tale, che il pubblico possa contare con eguale fiducia sulla loro imparzialità, come su quella del consiglio dei ministri o di un tribunale.

10. In sequela delle condizioni da imporsi alle società delle strade ferrate, si paleserà la necessità di erigere un tribunale amministrativo per la decisione sull'applicabilità delle penali. Anche da questo si rileva la necessità della commissione proposta al N.° 8.

CAPITOLO QUATTORDICESIMO.

RISCATTO DEL FONDO-CAPITALE.

CONDIZIONI ALLE QUALI LO STATO PUO' ACQUISTARE LA PROPRIETA' DELLA STRADA.

§. 70. Se la prima e seconda Sezione di questa memoria non valsero a persuadere che la molla più potente della prosperità e della forza della Germania, e specialmente della Prussia, è riposta nella massima possibile diminuzione dei prezzi di trasporto, e che questi si possono ottenere solamente quando non occorre di dover mettere a ricavo il fondo capitale delle strade ferrate, allora avrò gettate le mie parole.

Erigendosi le strade ferrate da privati, questo scopo non si può raggiungere che dopo riscattato il fondo capitale, quando sia riserbato il diritto allo Stato di acquistare con determinate condizioni la proprietà della strada o di costringere in certi casi la società a cederla ad altri intraprenditori.

L'ammortizzazione o riscatto, e la riserva dell'accennato diritto sono le più indispensabili di tutte le condizioni, ed io le credo facili ad ottenere, per cui tanto più deve sorprendere, che finora sieno rimaste inconsiderate negli Stati d'Europa. Nell'America settentrionale anzi, quasi senza eccezione, ogni concessione di strade ferrate, è vincolata all'obbligo di cedere a prezzo le strade ferrate allo Stato, dopo il compimento di determinate condizioni, o dopo trascorso un certo periodo di tempo.

§. 71. *Estinzione del fondo-capitale.* — 11. L'estinzione, o ammortizzazione si limita all'importo delle spese di costruzione della strada, e degli edificj annessi, necessarj pel di lei pratico esercizio. Quest'Importo si stabilisce colla esatta calcolazione delle spese, fra le quali si considerano anche quei sostanziali ristauri accennati nel §. 11 occorrenti nei primi cinque, e fin anche dopo dieci anni. Prima di questo periodo deve essere difficile il determinare preventivamente anche all'ingrosso la suddetta spesa.

12. Si stabilisca un introito, applicabile esclusivamente agli azionisti, e quando l'effettivo introito sorpassi la cifra assegnata, una parte del soprappiù si dovrà impiegare ad estinguere il fondo capitale.

13. Nella maggior parte degli Stati tedeschi, l'interesse legale dei mutui ipotecarj o delle obbligazioni di Stato, è del 4 per 100. Ora, siccome gli intraprenditori soli soggiacciono al rischio dell' intrapresa, per tale riflesso bisognerà accordar loro una ricavata, od interesse maggiore del capitale. Questo interesse può stabilirsi al 5 per 100.

14. Per guadagno intendo quello che si acquista al di là del 5 per 100. Questo guadagno, dedotte però le somme che vengono impiegate pel fondo di riserva, e gli eventuali indennizzi all' amministrazione postale, il resto viene scompartito metà agli azionisti, e l'altra metà si converte nella estinzione del fondo capitale.

15. Il complessivo introito (interessi e guadagno) non viene desunto solo dalla spesa capitale della strada; se si impiega per l'ammortizzazione una porzione degli introiti, nell' accennato rapporto questi devono provenire dal pedaggio o da trasporti in genere. In quel modo che contraendo prestiti collo Stato si deve avere l'idea di poter guadagnare al corso delle cedole di Stato, così l'azionista deve avere speranza di guadagnare al corso delle rispettive azioni. Siccome la speranza di lucro sulle cedole di Stato si aumenta nei tempi di torbidi più che nei tranquilli, perchè la possibilità delle perdite è maggiore nei primi; similmente il guadagno sperabile dalle azioni delle strade ferrate dovrà calcolarsi sopra una misura più generosa di quella assegnabile in tempo di pace alle obbligazioni di Stato. Non è però necessario che lo Stato permetta che il guadagno sperabile dalle azioni aumenti enormemente: questa anzi sarebbe una prodigalità inutile affatto. Siffatte ragioni mi determinano ad applicare al caso delle azioni la stessa misura dell' interesse dei mutui, ed a stabilire il principio che segue, cioè:

16. Coi contanti destinati per l'ammortizzazione si riscatteranno le azioni al corso più basso possibile; e se le azioni salgono al 125 per 100 allora si riscatteranno quelle da ammortizzarsi, e si pagheranno a questo corso.

Egli è evidentissimo che ad onta della precedente massima, le azioni devono crescere notabilmente oltre il 125 per 100, tostochè l'intrapresa renda agli azionisti un guadagno per certi rapporti rilevante. Questo aumento però non porta danno allo Stato.

17. Se la società della strada ferrata ha contratto debiti, questi vengono parimenti rimborsati condizionatamente coi fondi destinati alla ammortizzazione, ma per gli ultimi, e quasi a complemento dell'ammortizzazione stessa.

Questa pratica non è svantaggiosa agli azionisti, e facilita anche l'ammortizzazione, perchè in tal modo si può qualche volta estinguere una parte del capitale-fondo a corso pari.

§. 72. È importante la quistione, se gli interessi delle azioni estinte debbano impiegarsi tuttavia nelle ammortizzazioni, oppure se debbano impiegarsi a tale uso solamente per metà, e dividere il resto cogli azionisti, o se non abbiano ad essere considerati per niente, e contribuire quindi ad aumentare l'introito complessivo.

Supposto che le azioni rendano l'interesse del 5 per 100, e che vengano comperate al 125 per 100, si estinguerà un capitale con quella proporzione che viene stabilita nel prospetto seguente.

PROPORZIONE nel progresso dell'estinzione a seconda del capitale.	ESTINZIONE COLL' IMPIEGO DEL				
	1 per cento annuo del capitale in anni.	2 per cento annuo del capitale in anni.	4 per cento annuo del capitale in anni.	5 per cento annuo del capitale in anni.	7 ½ per cento annuo del capitale in anni
a) Quando gli interessi delle azioni estinte vengono tutti reimpiegati nell' estinzione:					
la quarta parte del capitale . . .	21	13	7	5 ½	4 ½
la metà	32	21	12 ½	10 ½	7 ½
tra quarti	40	27	17	14 ½	10 ½
il capitale complessivo	46	32	21	18	13
b) Quando gli interessi delle azioni estinte vengono impiegate solo per metà:					
la quarta parte del capitale. . .	25	14	8	6	4 ½
la metà	41	25	14	12	8
tre quarti	54	34	20	16 ½	11 ½
il capitale complessivo	64	41	25	21	15
c) Quando non vengono reimpiegati gli interessi delle azioni estinte per l'ammortizzazione, ma si fondono nel totale introito:					
la quarta parte dal capitale . .	32	16	8	6 ½	4
la metà	63	32	16	13	8 ½
tra quarti	94	47	23 ½	19	13
tutto il capitale	125	63	31 ½	25	17

Prego di considerare attentamente i risultamenti contenuti nel precedente prospetto, e di ponderarne bene le conseguenze.

La regola d'estinzione indicata in *a*, conduce allo scopo nel modo più pronto, ma vi è annessa la seguente incongruenza: il pedaggio non può essere diminuito nella stessa proporzione con cui viene estinto il fondo capitale della strada; gli effetti salutari quindi della estinzione sono

riservati all' avvenire, nella loro pienezza: sembra però giusto e conveniente, il tirare da questi effetti per quanto è possibile, l'utile presente, o piuttosto di un non lontano avvenire.

Colla regola in *b*) vi è il medesimo inconveniente perchè gli interessi delle azioni estinte vengono prelevati per determinati scopi.

Le due regole suesposte manifestano effetti diversi solamente rapporto al guadagno degli azionisti.

Diminuendosi colla progressiva estinzione il numero delle azioni sulle quali è da ripartirsi il guadagno, si accresce nell' egual proporzione la quota spettante a ciascuna.

Accumulando interessi e guadagno, si cavano i risultamenti esposti nel seguente prospetto.

DIVERSITA' dei casi, e rapporto con cui viene estinto il fondo capitale.	COLL' IMPIEGO PER L'ESTINZIONE DEL				
	1 per cento del capitale annuo, percepiscono gli azionisti per cento.	2 per cento del capitale annuo, percepiscono gli azionisti per cento.	4 per cento del capitale annuo, percepiscono gli azionisti per cento.	5 per cento del capitale annuo, percepiscono gli azionisti per cento.	7½ per cento capitale annuo, percepiscono gli azionisti per cento.
a) Quando tutti gli interessi delle azioni estinte vengono reimpiegati alle estinzione dopo che del capitale vennero estinti il					
10 per cento	6, 11	7, 22	9, 44	10, 56	13, 33
20 »	6, 25	7, 50	10, 00	11, 25	14, 37
30 »	6, 43	7, 86	10, 56	12, 14	15, 71
40 »	6, 67	8, 33	11, 67	13, 33	17, 50
50 »	7, 00	9, 00	13, 00	15, 00	20, 00
60 »	7, 50	10, 00	15, 00	17, 50	23, 75
70 »	9, 33	11, 67	18, 33	21, 67	30, 00
80 »	10, 00	15, 00	25, 00	30, 00	42, 50
90 »	15, 00	25, 00	45, 00	55, 00	80, 00
b) Quando viene impiegata una metà degli interessi alla estinzione, e l'altra metà rimane agli azionisti, dopo che del capitale vennero estinti, il					
10 per cento	6, 39	7, 50	9, 72	10, 83	13, 62
20 »	6, 87	8, 12	10, 62	11, 87	15, 00
30 »	7, 50	8, 93	11, 62	13, 21	15, 78
40 »	8, 33	10, 00	13, 33	15, 00	19, 17
50 »	9, 50	11, 50	15, 50	17, 50	22, 50
60 »	11, 25	13, 75	18, 75	21, 25	27, 50
70 »	14, 16	17, 50	24, 16	27, 50	35, 83
80 »	20, 00	25, 00	36, 00	40, 00	52, 50
90 »	37, 50	47, 50	67, 50	77, 50	102, 50

Considerando il presente prospetto nessuno al certo temerà che col patto di dover applicare la metà del guadagno alla estinzione, siano per

mancare gli azionisti. In fatto le azioni di una strada ferrata, che abbia appena la probabilità di un reddito comunque, presenta tutto il carattere della più solida lotteria, con molti premj e senza polizze bianche. Si assicura cioè molto più con disposizioni di altra sorta il fondo-capitale ad un buon piede d'interesse, di quello che se gli azionisti avessero solo da percepire il guadagno che si trae con questa base d'interesse.

18. Non è necessario, nè utile di adottare il metodo di estinzione indicato sotto *a* e *b* neli due precedenti prospetti. Allo Stato è ben più vantaggioso l'ammettere il principio, che gli interessi delle azioni ammortizzate colino nell'introito complessivo.

In realtà, l'estinzione non avrà luogo così lentamente, come parrebbe dal penultimo prospetto, quando fino dai primi anni vi sia un guadagno anche piccolo da impiegare. Ciò vuol dire che qualunque estinzione aumenta il guadagno col cumulo degli interessi delle azioni estinte, per cui quand'anche l'impresa non migliori effettivamente, deve pur nondimeno divenire per sè stessa più lucrativa. Che se rimanesse stazionaria, sarebbe un sintomo di cattiva direzione nell'impresa, o di imprevedute sfavorevoli circostanze: ambedue tali cause farebbero eccezione alla regola.

Ammettendo il principio che gli interessi delle azioni estinte colino nell'introito complessivo, il più essenziale vantaggio che ne deriva allo Stato, è la certezza di una non tarda diminuzione dei prezzi di trasporto. La direzione della società delle strade ferrate abbasserà di sua spontanea volontà questi prezzi, sia per conseguire un guadagno discreto per un tempo maggiore, piuttosto che uno grandissimo in tempo minore; sia perchè essa non deve ragionevolmente temere da un ben calcolato ribasso, una diminuzione di rendita. Prescindendo da questo, per certi oggetti, giusta le massime che si proporranno nel §. 79, si verifica in ogni caso un ribasso nel prezzo di trasporto.

Gli azionisti stanno bene, anche impiegando la massima da ultimo esposta. Il loro guadagno, rappresentato matematicamente, non ascenderà in vero di molto, come applicando il principio contrassegnato colla lettera *a* (veggasi l'ultimo prospetto); in realtà però essi percepiscono ugualmente la metà degli interessi, quanto colla applicazione del principio sotto *b*. Soltanto la forma è diversa. L'effetto di ciò sull'estinzione venne dimostrato superiormente; l'effetto per gli azionisti è eguale; il loro guadagno non diventerà enorme, ma però sarà più durevole.

§. 73. Ora, siccome il fondo capitale della strada colle sue attinenze non estingue il capitale costituente il corredo delle macchine e degli attrezzi, e non pertanto il guadagno si calcola sul capitale complessivo, così

non può aver luogo l'estinzione di tutte le azioni. L'estinzione effettiva succede quando l'importo delle azioni estinte, giusta il loro valore nominale, ed eventualmente secondo i debiti pagati nella maniera stabilita al N. 17, parifica l'importo del fondo capitale della strada. I proprietarj delle azioni non peranco estinte formano sempre ancora l'originaria società, colla sola differenza che il capitale immobile è ammortizzato, e non può cavarsene più alcuna rendita.

La società possiede allora *a*) le macchine, i carri, le carrozze e tutti gli altri attrezzi; *b*) il capitale di riserva costituito secondo il §. 116; *c*) l'uso della strada immune da spese. Essendo spenti i debiti, e ridotte le azioni da $\frac{1}{10}$ ad $\frac{1}{6}$ dell'originario numero, la società trovasi allora nello stato più florido che immaginare si possa.

§. 74. Quanto più presto una società procede alla estinzione, tanto più essa contribuisce a procurare la massima riduzione dei prezzi di trasporto; essa si rende quindi benemerita dello Stato, e promuove insieme con successo il proprio interesse, cioè il maggior possibile guadagno fra i limiti proposti. Si è indicato al §. 72, come diventi rilevante il guadagno degli azionisti, colla estinzione completa delle spese primitive della strada mantenendosi costanti le condizioni della concessione.

In fatto il guadagno viene ancora aumentato col fondo di riserva, come si mostrò nel §. 72. Supponiamo, per esempio, che il capitale per il servizio materiale della strada ascenda per il solo trasporto a 300,000 tal. il fondo capitale estinto della strada sia 2,700,000 talleri, ed oltre agli interessi del 5 per 100 delle azioni non estinte si guadagni il 2 per 100 del totale fondo capitale di 3 milioni di talleri per gli azionisti ancora esistenti.

Con queste supposizioni essi avrebbero un introito del 25 per 100; ma la società si è formata ancora un fondo di riserva di 200,000 tall. i quali rendono il 4 per 100 oppure 8,000 talleri; con ciò ascende l'introito al 2 ⅔ per 100, e per conseguenza in tutto al 27 ⅔ per 100.

Perchè non venga meno in queste società la tendenza ad un rilevante guadagno, cioè a migliorare l'azienda, e nello stesso tempo ad estinguere il fondo capitale, non bisogna che il conseguimento di questo scopo sia collegato alla immediata diminuzione del guadagno, ma piuttosto che loro ne derivi da ciò una ricompensa.

Questi riflessi raccomandano l'osservanza delle seguenti massime.

19. Dopo l'ammortizzazione del fondo capitale della strada, rimane alle società la concessione a condizioni invariate.

ancora per 6 anni, se l'estinzione entro 15 anni
» » 5 » 20
» » 4 » 25
» » 3 » 30
» » 2 » 40
» » 1 » 50

20. Se l'estinzione succede più tardi, allora non si ammette altro compenso.

21. Il cambiamento dei patti di concessione consiste nell'applicazione delle massime N. 43, 45, 46 esposte nel §. 84.

§. 75. *Cessione della strada ed altri intraprenditori per effetto di sentenze giudiziali.* — 22. Le società possono in conseguenza di una sentenza emanata da tribunali, venire condannate a cedere la strada ad altri intraprenditori nei casi previsti coi §§. 80, 105, 106, colle regole N. 37, 79, e 82.

I motivi di questa massima saranno esposti negli allegati paragrafi.

§. 76. *Cessione della strada allo Stato per vendita forzata.* Prescindendo dal fin qui detto, deve essere riservato allo Stato il diritto di poter acquistare la strada ferrata in via di compera. Siccome gli azionisti sopportano il pericolo del cattivo esito dell'intrapresa, così è giusto che ad essi venga assicurato un maggiore guadagno anche nel caso di felice riuscita. Non si troverebbero azionisti, se lo Stato volesse imporre la condizione di poter avocare a sè in qualunque tempo la strada per l'importo delle spese primitive di costruzione, o soltanto coll'aggiunta di un guadagno di poco momento; allora nascerebbe giustamente la tema, che lo Stato potesse fare acquisto di tutte le strade bene avviate, per lasciare poi agli azionisti solamente quelle passive, o di poco guadagno. Bisogna che gli azionisti tengano lusinga di assicurare i loro capitali o per molto tempo con un introito mediocre, o per poco tempo con generoso guadagno. Queste considerazioni rendono opportune le seguenti regole.

23. Sessant'anni dopo impartita la concessione, lo Stato avrà la facoltà di acquistare la strada, pagando alla compagnia la parte del fondo capitale non ancora estinta con un soprappiù del 25 per 100 di utile.

24. In qualunque tempo, anche prima della scadenza dei 60 anni, lo Stato potrà acquistare la strada, pagando alla compagnia la parte non ancora estinta del fondo capitale, desunta questa dal corso al pari delle azioni, in ragguaglio degli ultimi tre anni, e con una ulteriore aggiunta del 40 per 100 di questo corso di conguaglio.

25. Il Governo deve in qualunque caso dare formalmente il preavviso di un anno alla società, se si risolve di acquistare la strada in via di compera. I tre anni per determinare il corso di ragguaglio delle azioni (giusta la regola 24) sono quelli che precedono al giorno nel quale fu insinuato alla compagnia questo preavviso.

CAPITOLO DECIMOQUINTO.

GUADAGNO MASSIMO. TARIFFA DEL PREZZO DI TRASPORTO. UNIFORMITA' E REGOLARITA' DEL TRASPORTO.

§. 77. La mia opinione sul modo di regolare il guadagno massimo da concedersi alla compagnia devia moltissimo dalle norme seguite a questo proposito dalla maggior parte degli Stati di Europa nelle legali prescrizioni finora emanate. La Sassonia non limita menomamente il guadagno, giacchè questo massimo prezzo di trasporto è stabilito in modo che eguaglia l'illimitata estensione del guadagno. La Baviera si è riservata la facoltà di regolare da 3 in 3 anni la tariffa dei prezzi di trasporto. La Prussia distingue il pedaggio dai prezzi del trasporto propriamente detto; ritiene la determinazione del primo riservata al Governo, e stabilisce che abbia luogo una diminuzione nel pedaggio, quando questo ammonta, tutto calcolato, al 10 per 100 tra interessi e guadagno. Nell'Inghilterra all'atto della concessione si stabilisce la tariffa dei prezzi di trasporto colla condizione che dovranno ridursi ogni qual volta la compagnia guadagni il 10 per 100 e più.

Io giudico tutti questi principj inopportuni a condurre alla massima riduzione nei prezzi di trasporto.

Limitando il guadagno ad una certa misura, quando si è vicini a raggiungerla, si affievola lo sforzo di pervenire ad una misura più elevata, migliorando e perfezionando i mezzi di trasporto e l'azienda. Quindi ne nasce un soverchio lusso di amministrazione, ed uno spreco in costruzioni inopportune. Una conferma di questa verità l'abbiamo nelle eleganti e magnifiche fabbriche della strada da Liverpool a Manchester, le quali difficilmente si sarebbero fatte, se limitandosi al necessario e all'utile, si fosse aumentato il lucro degli azionisti: allora non vi sarebbe stata la paura che si avesse a crescere col guadagno anche la misura legale, e quindi si avrebbe potuto ottenere una diminuzione nei prezzi di trasporto. Queste considerazioni anche senza l'appoggio dei fatti, sono così evidenti, che non lasciano dubitare della loro realtà. Una società

teme il ribasso legale dei prezzi di trasporto, perchè con esso gli è tolto il mezzo di potere rialzare i prezzi medesimi in caso di perdita. Quando il Governo si conserva la facoltà di stabilire i prezzi di trasporto senza determinare per base una misura di guadagno, allora le società sono soggette interamente al buon volere, od all'arbitrio, dipendente dalle vedute rette o false del Governo stesso.

Questo scoraggia qualunque negoziante o capitalista, per quanto sia grande la fiducia che possa avere nelle mire e nella rettitudine di un Governo, per l'incertezza dell'avvenire, di cui non può avere alcuna garanzia.

Pertanto l'interesse bene inteso di una società di strade ferrate esige che siano determinati moderatamente i prezzi di trasporto fino ad un certo punto; ed anzi in modo che qualche volta appunto colla loro riduzione venghi procurato un aumento nel guadagno. Ma se una società deve temere di perdere di bel nuovo e presto il frutto del suo prudente procedere, cioè il più elevato guadagno, allora manca la spinta a mantenersi ferma nel suo leale proposito.

Ammettendo il principio dell'estinzione, è tolto completamente qualunque motivo perchè venga limitato il guadagno, giacchè quanto più arricchiscono le società, tanto più presto lo Stato perviene ad approfittare della massima possibile riduzione dei prezzi di trasporto.

26. Si lascino perciò guadagnare sempre le società quanto più possono, e non si limitino in ciò oltre al necessario.

§. 78. Nei prezzi di trasporto devesi evitare la possibilità di un arbitrio capriccioso o maligno della società, altrimenti l'amministrazione della società stessa, potrebbe per vista di interesse locale o personale, elevare il prezzo di trasporto di uno speciale oggetto più del convenevole. Quindi le seguenti regole.

27. La compagnia, a norma delle determinazioni esposte nel §. 79, stabilisce i prezzi di trasporto per le merci e pei viaggiatori, e per questi precisamente a seconda della celerità del trasporto, e della comodità ed eleganza dei carri. I prezzi di trasporto delle merci vengono distinti almeno in quattro, od al sommo in sette classi. Il prezzo di trasporto delle merci delle differenti classi viene graduato a seconda del pericolo del trasporto, del volume delle merci, ed in relazione al massimo sviluppo della cultura e industria patria.

28. Le tariffe si rinnovano di tre in tre anni: tre mesi prima la società fa conoscere le classi ed i prezzi che avrebbe ideato di stabilire. Per quattro settimane è aperto l'adito a reclami sulla classificazione degli oggetti a norma della rispettiva qualità, e questi reclami vengono prodotti alla società ed alla competente autorità governativa.

Il Governo decide in proposito, udite le deduzioni della società, e se lo crede utile, anche il parere dei periti. Entro otto giorni dopo emessa la decisione è in facoltà tanto dei reclamanti come della società, di inoltrare il ricorso alla commissione della strada ferrata.

29. Durante il triennio può la società, quando lo voglia, diminuire equabilmente la tariffa del trasporto delle merci di ogni classe senza per altro che possa rialzar i prezzi di nuovo prima della scadenza del triennio medesimo; la diminuzione non può seguire senza l'adempimento delle di sopra prescritte formalità.

§. 79. È però opportuno limitare alla compagnia la facoltà di fissare i prezzi di trasporto per quegli oggetti, i quali con un prezzo di trasporto minimo possono avere la massima influenza sulla cultura e sulla industria del paese. Questi oggetti in parte sono uguali dappertutto, in parte differenti a seconda delle circostanze locali.

Gli oggetti della prima specie sarebbero grani, concimi, legnami da fabbrica e da fuoco, individui della classe più bassa del popolo.

Tra gli oggetti dell'altra specie io pongo a modo d'esempio soltanto ferro, zinco, linseme, e lana.

A questo proposito sono da stabilirsi le seguenti regole:

30. Il Governo determina il prezzo di trasporto di tre in tre anni per

a) viaggiatori che si servono dai carri infimi, a media velocità;

b) grani, concimi, legnami da fuoco e da fabbrica;

c) particulari oggetti, che a seconda delle località richiedono di preferenza il minimo prezzo di trasporto affine di promuovere la coltivazione o l'industria principale del paese, e che devono venire individuati per nome ad ogni concessione.

31. I prezzi di trasporto saranno desunti dalle seguenti norme.

1.° Per il trasporto dei viaggiatori §. 30 sotto *a*, gli interessi della somma non per anco estinta del fondo capitale della strada, le spese di manutenzione di essa, le spese effettive di trasporto, ed un guadagno sulle ultime verranno calcolati dal 20 al 30 per 100 tutt'al più e non altro.

2.° Per gli oggetti indicati sotto *b* e *c* nel suddetto §. 30, verranno messi a calcolo solamente gli interessi della somma che rimane da estinguersi del fondo capitale della strada, e le effettive spese di trasporto senz'altro.

3.° Per una parte però degli oggetti di sopra specificati, la quale verosimilmente non importa più di ⅕ del volume totale delle merci da trasportarsi, può il prezzo di trasporto ridursi modico a segno, che la

società perdano ancora sull'effettivo prezzo di trasporto dal 10 al 20 per 100. L'altra parte di quegli oggetti sarà tassata proporzionatamente un poco meno degli altri di cui all'articolo 2.°

32. Sui reclami della società contro i prezzi stabiliti pei trasporti decide la commissione della strada.

33. I principj esposti nei §§. 78 79, non vengono applicati se non quando, giusta il § 34, colla concorrenza possono acquistarsi condizioni ancor più vantaggiose per lo Stato.

§. 80. Per assicurare la regolarità, ed all'oggetto di evitare delle parzialità, o preferenze nei trasporti sono da stabilirsi le seguenti regole.

34. Se non possono trasportarsi merci e persone senz'eccezione col primo mezzo che parte, allora la successiva spedizione si pratica coll'ordine con cui vennero notificate le persone o le merci.

35. Tutti i viaggiatori, arrivati colle poste però, e gli individui in missione con incarico governativo, e tutte le merci che pervengono dall'amministrazione postale, o dalle autorità dello Stato per essere trasportate, devono avere la preminenza nella spedizione.

36. Quando una società tralascia di adempiere agli obblighi imposti in questo paragrafo, la commissione della strada, ad inchiesta del Governo o delle singole parti, può infliggere pene disciplinali.

37. Se una società, ad onta delle rimostranze rinnovate più volte dal Governo in certi intervalli di tempo, non provvedesse a procurare i necessarj mezzi di trasporto per l'intrapresa regolare comunicazione, allora i tribunali possono pronunciare lo scioglimento della concessione, e la vendita forzata degli stabili e mobili della società.

Verosimilmente quest'ultima disposizione è superflua, poichè il proprio interesse delle società esclude il previsto caso; pure lo Stato può riservarsi sempre mediante una legale disposizione, il mezzo di poter spogliare dell'azienda una società che male amministri.

CAPITOLO SEDICESIMO.

DELLA CONCORRENZA.

§. 81. — 38. Il Governo non accordi una concessione, nè la prometta se prima non sono stabilite le condizioni analoghe, e specialmente la linea di direzione; fino a questo punto tenghi libera la concorrenza, se vuole ottenere i patti più vantaggiosi per il pubblico bene.

La trascuranza di questo principio deve apportare spesse volte le più pregiudicevoli conseguenze. Perchè non si dovrà seguire per le strade ferrate questo principio già adottato dallo Stato per tutti i lavori pubblici che si fanno eseguire da intrapprenditori privati? Una risposta soddisfacente a questa domanda io non l'ho mai udita. Quando un ministro della guerra fa erigere una caserma da intrapprenditori privati, egli non comincia a decretare che l'intrapprenditore N. N. debba costrurre la caserma, e che sia tenuto per questo a presentarne il piano relativo per potere poi prendere gli opportuni concerti. Il ministro ordinerà piuttosto o che sia presentato il disegno colle condizioni relative, ed indi lo darà all'assuntore che esibisce il minor prezzo; oppure esso in generale indicherà la estensione ed i requisiti speciali della caserma, e darà la preferenza a quell'assuntore che presenta il migliore disegno, ed offre le condizioni più vantaggiose. Ora una strada ferrata esercita indubitatamente un'influenza infinitamente maggiore sulla pubblica prosperità, che non una caserma; se il disegno di questa è erroneo, o costa qualche cosa di più del preaunto, tutto il danno che ne deriva allo Stato è quello di poter accasermare un minor numero di uomini, o di dovere esborsare alcune migliaia di talleri, che non avrebbe fatto se si fosse eseguito un disegno migliore, e che l'esecuzione si fosse pattuita ad un prezzo più basso. Nella strada ferrata all'incontro, il disegno erroneo e le condizioni svantaggiose inducono carezza nei prezzi di trasporto per sempre, o almeno per lunghissimo tempo. Il grande sacrificio che sopporta lo Stato in tal modo, ed il peso che esso conseguentemente si impone, non hanno mestieri di essere qui più minutamente dimostrati.

Se poi viene accordata o promessa la concessione ad un individuo solo, od a più individui uniti in accomandita, per costituire poscia la società senza presentare un piano, e senza stabilire tutte le parziali condizioni, come accadde in molti Stati, allora la cosa viene perfettamente incominciata dai piedi, ed al massimo e più importante affare del paese si imprime il carattere, almeno apparentemente, di una personale distinzione e favore.

I danni sono poi ancora maggiori pel pubblico bene, giacchè è raro che simili concessioni vengano impiegate con altro scopo qualunque, se non quello del massimo possibile vantaggio privato.

§. 82. La regola esposta nel paragrafo antecedente non intendo che abbia ad essere presa nella maggiore sua estensione, per cui assolutamente debbano essere preferiti quegli assuntori che esibiscono le più vantaggiose condizioni.

Sembra piuttosto necessario di aggiugnervi anche questa massima.

39. Nell'impartire la concessione devesi avere riguardo alla solidità degli azionisti, alla moralità e capacità delle persone che stanno alla testa della società, ed alle migliori interne disposizioni dell'amministrazione. Si applichi il succitato esempio della costruzione di una caserma parimente a questa massima. Anche il ministro della guerra, per servirmi sempre dell'esempio, non incaricherà della costruzione della caserma quell'intraprenditore che ha mostrato evidentemente in altre occasioni incapacità, storditezza e deficienza dei necessarj mezzi per l'adempimento, e ciò quand'anche l'esibito prezzo fosse inferiore di molto alle offerte fatte da concorrenti solidi, avveduti ed onesti; quand'anche quell'assuntore prestasse una cauzione straordinariamente forte ed eguale, se si vuole, all'importo totale delle spese di costruzione.

§. 83. Per potere dalla concorrenza di più società che mirano ad ottenere la concessione di una strada, trarre il massimo vantaggio per avere prezzi minimi di trasporto, egli è necessario il determinare sopra quali punti devono allora essere dirette le più vantaggiose esibizioni, e quali obblighi dovrà adempire la società prevalente in confronto di quella soccombente. Ecco a tal'uopo le massime che ne scaturiscono:

40. L'esibizione potrà essere migliorata dal lato dell'estinzione del fondo-capitale. Essa è regolata sull'interesse più basso del 5 per 100, od anche sul corso più basso del 125 per 100, come *maximum* del corso delle azioni per l'ammortizzazione od anche su entrambi contemporaneamente (Vedi le massime 13, 14, 16 nel §. 71).

41. Una società concorrente può anche col migliorare le offerte relative

ai prezzi di trasporto, presentare condizioni più vantaggiose di quelle risultanti dai §§ 78, 79; oppure essa può esibire di erogare somme maggiori per migliorare la costruzione della strada, senza pretendere aumento ai prezzi di trasporto.

42. La società concessionaria deve rimborsare le spese dei lavori preliminari esborsate dalle altre società concorrenti.

Quella presumibile spesa che una società potrebbe incontrare per effetto delle precedenti determinazioni senza ottenere la concessione, non è tale, a mio credere, da diminuire la tendenza alle intraprese di strade ferrate con pregiudizio dello Stato. Il rapporto tra le spese possibili e la prospettiva di guadagno, è più sfavorevole sicuramente in molte altre intraprese, che vediamo ciò nondimeno ambite e ricercate.

§. 84. Se le primitive società per le strade ferrate trovansi nei casi previsti colle massime 19 e 20 del §. 74; se la strada deve passare secondo il §. 75 in altre mani; se lo Stato giusta il §. 76 ha acquistato la proprietà della strada, in allora deve suscitarsi la concorrenza per sostenere i minimi prezzi di trasporto. In tal caso devonsi osservare le seguenti regole.

43. Nei casi 19 e 20 preveduti nel §. 74, sono applicabili le prescrizioni stabilite nel §. 56; ciò accade anche allorquando lo Stato è divenuto proprietario della strada, o non mira a cavare un introito dal fondo capitale.

44. Se il fondo capitale della strada non è del tutto od in parte estinto, allora sono applicabili le regole 40 e 41 esposte nel §. 86.

45. Del resto nel concorso si regolano le esibizioni sull' offerta del minimo prezzo per trasporti d' ogni natura, sotto l'osservanza delle regole stabilite nei §§. 78, 79.

46. Eccettuato però il caso preveduto nel §. 75, ad uguali vantaggi deve preferirsi quella società la quale aveva l'azienda della strada all'epoca dell' aprimento del concorso.

Egli è evidente che giusta le precedenti regole, la società che in origine costrusse la strada, rimarrà costantemente nel di lei possesso, se terrà una amministrazione ben regolata. In fatti, come potrebbe competere con buon esito un intraprenditore verso quella società che possiede tutti i requisiti, o che è assistita giusta il §. 73 da straordinari vantaggi. Se essa poi non può tenere la concorrenza, allora il pubblico ha i più giusti titoli perchè ceda ad un migliore intraprenditore.

§. 85. — 47. Per le ragioni esposte nel capitolo XIII, la massima che tutte le dimande di concorrenza debbano venire sottoposte alle decisioni della commissione delle strade ferrate, non ha bisogno di ulteriori dimostrazioni.

CAPITOLO DECIMOSETTIMO.

ESCLUSIONE DI STRADE A CORSE CONTEMPORANEE.

§. 86. Uno dei più essenziali privilegi cho viene concesso alle società per le strade ferrate si è che per un certo periodo di tempo non si possa costrurre alcun altra strada per la comunicazione diretta tra i punti estremi od intermedj. Questo privilegio intacca profondamente il diritto privato, giacchè, ove le leggi non determinano espressamente il contrario, è permesso a chiunque di costrurre sul proprio suolo e far uso di strade, non escluse senza dubbio anche le ferrate. Ora siccome è supponibile in alcuni casi parziali, sebbene rari, che qualcuno possegga il suolo necessario, o che lo possa acquistare senza spropriazione, così con quel privilegio si frappone una limitazione al libero godimento della proprietà.

E la concessione di un tale privilegio è anche indispensabile, perchè senza di esso dovrebbe essere impossibile di trovare società per la costruzione di strade ferrate. Ma è interesse dello Stato che la durata del privilegio sia più breve che è fattibile, giacchè la possibilità del concorso è uno dei più efficaci rimedj contro il soverchio aumento dei prezzi di trasporto, il quale può derivare da cattiva amministrazione, o da costruzione della strada in origine difettosa, o da esagerate pretese di guadagno. In Russia si sono accordati grandi favori agli assuntori di strade ferrate, ma si riservò saggiamente lo Stato il correttivo di limitare solamente a dieci anni la durata del suddetto privilegio.

48. Allo Stato però è più utile lo stabilire in prevenzione le altre condizioni più proficue per il generale interesse, ed all'incontro prolungare la durata del privilegio per un tempo più ragionevole che non si è fatto in Russia. Venticinque anni dovrebbe essere un periodo proporzionato sotto ogni rapporto.

Una maggiore durata del privilegio io non la potrei consigliare: qualunque periodo di tempo non è sufficiente per ispronare le società ad estinguere tanta parte del fondo capitale prima della scadenza loro, che un concorrente non possa aspirare a competere con esito. Le società che non giungono a questo scopo, od hanno costruito in modo difettoso la strada, o malamente amministrata l'azienda; oppure non ebbero introito, per difetto di sufficiente passaggio. Nei due primi casi non vi è ragione perchè il pubblico debba pagare più in là dei 25 anni gli errori dell'amministrazione di una società; nell'ultimo caso non ha luogo il concorso per mancanza di impulso.

CAPITOLO DECIMOTTAVO.

CONCORRENZA NELL'ESERCIZIO DELLE CORSE SU DI UNA STRADA.

§. 87. In alcuni Stati tedeschi venne stabilito che anche altri intraprenditori estranei alla società che costrusse la strada, possano mediante pagamento di un pedaggio, con o senza concessione, anche contro il volere di quella società ed in sua concorrenza, adoperare la strada per le corse col mezzo della forza dei cavalli od anche colle locomotrici.

Doppio intento si ebbe sott'occhio in questa determinazione. Primieramente promuovendo la concorrenza si doveva cooperare ad ottenere bassi prezzi di trasporto; in secondo luogo si doveva impedire che una società potesse infirmare, od essenzialmente pregiudicare l'esercizio di un'altra, la cui strada confluisce con quella della prima società.

L'ultimo succitato intento è necessario che venga raggiunto; nel §. 88 propongo le regole a ciò necessarie.

Può darsi che in alcuni casi speciali sia opportuno di imporre l'obbligo ad una società di dovere accordare il concorso nell'esercizio delle corse; ma io invece, per dedurre l'eccezione dalla regola generale, lo stimo inopportuno, e nello stesso tempo pregiudizievole allo Stato.

Cito alcune ragioni.

1.° Quantunque sia poco da temersi l'applicazione di una tale regola generale per qualunque società che provvede a'suoi affari con criterio, pure questo timore sussisterà generalmente presso gli azionisti. Vi si scorge un pericolo di diminuzione, anzi perfino di una perdita totale del guadagno; questo pericolo qualunque azionista se lo immagina più o meno elevato, e quindi non è inclinato a concedere allo Stato quei vantaggi coi quali solo può venire appieno assicurato il conseguimento dei minimi prezzi di trasporto.

2.° La massima sicurezza contro gli infortunj sulle strade ferrate si ottiene quando la società pei trasporti è sostenuta in modo che altri intraprenditori non possano farli egualmente se non col di lei assenso, e sotto l'osservanza degli stessi regolamenti.

3.° Le spese della manutenzione della strada dipendono in parte dalla costruzione delle locomotrici e dei carri che vengono adoperati per le corse. Come può orà dunque lo Stato essere in grado di esercitare l' esatta sorveglianza sulla costruzione e sullo stato delle locomotrici e dei carri, così bene come la società cho ne ha il massimo interesse, e che per conseguenza non ammetterà alcun concorrente, se prima non sia persuasa intimamente che questi curerà appieno ed in modo soddisfacente quella costruzione?

4.° Nel §. 80 sono contenute le regole colle quali assicurare soddisfacentemente il trasporto degli oggetti e delle merci notificate; si lasci ora al particolare criterio delle società, se vogliono essere sole ad esercitare, o se vogliono ammettere altri intraprenditori.

5.° È molto difficile il coordinare qualche cosa di ciò che in altri paesi l'esperienza non ha ancora dichiarato opportuno, o che risultò inopportuno affatto. In Inghilterra su tutte le strade ferrate, ad eccezione di quella da Surey a Croydell, che è di particolare struttura (*tram-road*), il trasporto è affidato alle società che le fondarono; e se il trasporto si eseguisce contemporaneamente anche da altre società, è sempre coll' assenso delle prime. Anche in America è lo stesso, tranne la Pensilvania. Questo Stato costrusse strade ferrate a sue spese, ed accordò la concorrenza per l'esercizio sotto l' osservanza delle più precise e speciali prescrizioni. Però da questa misura di precauzione non si raccolsero gli sperati vantaggi, ma sibbene significanti danni, e già fin d'ora si pensa seriamente a monopoliare di bel nuovo l'esercizio del trasporto. Poussin, che racconta tutto questo, aggiunge: « A mio avviso soltanto con questo espediente si può guarentire un ordinato esercizio di trasporti, e nello stesso tempo impedire molte disavventure inevitabili per mancanza di unità nell' amministrazione delle strade ferrate ».

§. 88. — 49. Se la strada di una compagnia confluisce a quella di un' altra, quest' ultima è tenuta a concertarsi colla prima pel successivo sollecito trasporto delle merci e dei viaggiatori.

Nel caso che non vi fosse luogo a composizione, la società conduttrice della strada confluente, può mettere in campo il diritto di carreggiare coi proprj mezzi di trasporto la strada dell' altra società fino al prossimo punto principale di deposito. Quest' altra società ha il diritto di sorveglianza sulla opportunità e buona qualità di quei mezzi di trasporto, e deve poter impedire l'uso di quelli che mancano delle volute qualità.

50. La società della strada confluente sborsa in quest' ultimo caso all' altra un pedaggio. Questo viene regolato in tal modo, che oltre alle

spese di manutenzione incassi tutt'al più il 10 per 100 degli introiti della somma capitale non ancora estinta.

51. Le contingibili controversie sull'applicazione delle precitate regole devono venir decise dall'autorità amministrativa della provincia colla riserva della facoltà di ricorrere alla commissione della strada ferrata che decide in ultima istanza.

Sembra assolutamente impossibile di esporre più esatte prescrizioni per il caso dell'incontro di due strade. Il proprio interesse d'ordinario renderà facili i componimenti fra due società. Quei precetti pertanto non tendono che a prevenire le perniciose conseguenze di una difettosa sorveglianza o di viste malvagie che potrebbero difficoltare o interrompere le comunicazioni. Come mai per questo caso potrebbero essere prevedute e ovviate con regole generali tutte le difficoltà emergibili! Molto più opportuno è il riserbare all'arbitrio di un consiglio intelligente ed imparziale la determinazione dei mezzi convenienti sotto l'osservanza di alcune norme generali.

CAPITOLO DECIMONONO.

DELLA ESPROPRIAZIONE.

§. 89. Tutti gli Stati convengono che la legge di espropriazione, la quale si applica alla costruzione delle strade ordinarie, debba tornare utile anche alle società intraprenditrici di strade ferrate.

52. Viene generalmente ammesso che il diritto di espropriazione debba estendersi alla superficie del suolo necessario per la strada, per gli spazj più indispensabili, e per gli edificj ad essa pertinenti; e che durante la esecuzione debbasi concedere l'uso dei terreni collaterali per deporvi i materiali di costruzione.

All'opposto questo diritto non tutti lo estendono all'acquisto del suolo atto a cavare pietre, e a stabilirvi delle fornaci, e molto meno allo spazio necessario per edificj che non sono di assoluta necessità per l'esercizio dei trasporti, ma che occorrono alla società come stabilimenti di spedizione.

A dimostrare che una tale limitazione del diritto di espropriazione non è combinabile collo scopo a cui tendono le strade ferrate, basta considerare che l'utile generale domanda che siffatte strade sieno costrutte nel modo più vantaggioso, e che le disposizioni e i regolamenti dei trasporti analoghi sieno stabiliti nei modi più opportuni e convenienti.

53. Le cave di pietre e le fornaci, o per lo meno l'uno dei due, sono di assoluta necessità per la costruzione e la manutenzione delle strade ferrate; quindi deve essere concesso alle società il mezzo di poterli avere senza accrescere a dismisura la spesa.

È impossibile che le società possano guarentire in modo sufficiente le merci dalle aggressioni e dai guasti, se non sono provvedute di appositi magazzini e di luoghi di carico e scarico. È parimente impossibile che si possano prestare ai viaggiatori le comodità, divenute un bisogno, e regolare il trasporto di essi e dei loro bagagli coll'ordine necessario, quando manchino le località adattate.

54. Quindi non v'è dubbio che il diritto di spropriazione debba estendersi all'acquisto del terreno necessario per le cave e per le fornaci, come pure per lo spazio degli edifizj e località summentovate.

Non si opponga per questi edificj e località che l'amministrazione medesima delle poste, questa instituzione così altamente utile allo Stato, non possiede un tale diritto. Le circostanze diversificano: per le società delle strade ferrate i magazzini, i luoghi di carico ed altri stabilimenti sono necessariamente vincolati ad un dato spazio, e nella amministrazione postale non lo sono.

CAPITOLO VENTESIMO.

PARTICOLARI RIGUARDI E PRIVILEGI.

§. 90. — 55. La Prussia ha ammesso e marcato sui biglietti delle azioni per le strade ferrate la savia massima, che lo Stato non debba avere direttamente dalle società delle strade ferrate vantaggi finanziarj di alcuna sorta. Questi biglietti vennero dichiarati esenti dal bollo; favore che merita gratitudine.

56. La Prussia stessa inoltre, derogando ad una anteriore legge, ha accordato che le azioni delle strade ferrate possano venire intestate al proprietario, ciò che negli altri Stati, a mio credere, è già permesso legalmente.

In Sassonia si è fatto dippiù; la società delle strade ferrate da Lipsia a Dresda può dare in cambiali pagabili al proprietario per un mezzo milione di talleri, e così fu costituita a modo di banco. Un favore simile io non posso reputarlo conveniente. Se il diritto di porre in circolazione la carta monetata deve collocarsi in mani private, ciò non può effettuarsi che sotto la tutela di condizioni del tutto speciali, per mezzo delle quali si presti al pubblico la massima possibile sicurezza, che la carta monetata, oppure la cedola di banco, possa in ogni tempo convertirsi in numerario contante. Sarebbe troppo dilungarsi il dimostrare questa massima più minutamente nelle singole parti; io credo però di dovere assicurare che non sarebbe difficile il provare che l'intrapresa delle strade ferrate e l'instituto bancario non sono suscettibili di amalgamarsi.

All'opposto può senz'ostacolo venire accordata alle società delle strade ferrate un altro utilissimo favore. Spesse volte riesce loro di vantaggio il procurarsi una porzione delle somme bisognevoli non coll'emettere azioni, ma con prestiti. Il vantaggio consiste in questo che ad un prestito non sono da compensarsi che gli interessi; all'incontro emettendo azioni, il guadagno deve venire scompartito in più parti, e per conseguenza diminuire per tutti. Ora con un buon pegno vi sono sempre dei vaglia ben guarentiti al presentatore con determinato pagamento d'interessi, e ad un corso

più elevato di quello che valgano in testa del prestatore; e la regola d'interesse è nella medesima proporzione più favorevole pel debitore. Questa esperienza si spiega riflettendo che i vaglia intestati al proprietario, girabili senza formalità, sono più commerciabili di quelli intestati altrui. Le identiche ragioni per cui viene accordato ai possidenti in molte provincie prussiane ad in altre di emettere delle note ipotecarie, intestate al proprietario (le così dette iscrizioni), danno forza alla proposta di accordare anche alle società delle strade ferrate lo stesso favore. Quindi oltre l'esenzione del bollo sulle azioni, e la facoltà di intestarli al proprietario, si ammettano ancora i seguenti principj:

57. Le società delle strade ferrate sono autorizzate a far valere prestiti qualsivogliano in biglietti sul proprietario.

58. Avuto riguardo ai compensi presumibili che le società dovranno rifondere all'amministrazione postale, ed ai loro impegni per l'estinzione del fondo capitale, ed ai minimi prezzi di trasporto, io consiglio di dichiararle esenti da tutte le imposte, salvo la fondiaria degli edifizj.

CAPITOLO VENTUNESIMO.

RAPPORTO COLL' AMMINISTRAZIONE POSTALE.

§. 91. Chiunque sia abituato a considerare le differenza delle massime amministrative degli Stati, riflettendo ad un tale rapporto, dovrà maravigliarsi molto che appunto in questo ramo d'amministrazione le regole fondamentali nei diversi paesi sieno cotanto fra loro contraddicenti.

Nell' America settentrionale, nell' Inghilterra ed in Francia non si conosce alcun diritto postale per il trasporto dei viaggiatori e delle merci; in alcuni Stati di Germania invece si esercita un tale diritto con molto rigore; in altri Stati esso è affidato ad una casa principesca per lo più contro un compenso immensamente piccolo in proporzione; nell'Austria, ove il Governo stesso esercita il diritto di posta, come in Prussia, non contrasta per questo che pochissimo il vettureggiare privato.

Nell' America settentrionale, il bonifico che ottengono dall' amministrazione postale le compagnie delle strade ferrate, forma una parte dell' introito più o meno significante; nella Prussia ed in altri Stati di Germania, l' indennizzo devoluto all' amministrazione postale è stato quasi sempre la condizione precipua della concessione. Quello ivi è sorgente d'introito, qui è causa di dispendio. Ciascheduno sa che ciò statuisce una grande differenza nel calcolo, giacchè 10,000 talleri di entrata, cambiati in 10,000 talleri di spesa, causano un ammanco di 20,000 talleri.

Non vi è bisogno di dimostrarlo che la massima adottata in Germania deve contribuire ad aumentare i prezzi di trasporto. È pure evidente che quanto più gravoso è il metodo di compenso, altrettanto maggiore deve risultare il complesso dei compensi stessi, e l'influenza loro sul rincarimento dei prezzi di trasporto

Non può dunque esservi dubbio che le condizioni concernenti i rapporti dell' amministrazione postale colle società delle strade ferrate, devono influire sostanzialmente sul prosperamento delle ultime, e sulla riduzione al minimo dei prezzi di trasporto.

Trapasserei l' assunto di questa memoria se volessi trattenermi ad illustrare l' ordinamento della posta negli Stati tedeschi sotto il rapporto

nazionale, economico e finanziario; qui mi limito ad esporre le mie idee sotto l'aspetto che più direttamente riguarda il presente soggetto.

§. 92. Ove la posta viene amministrata dallo Stato, i governi nel determinare i rapporti colle società delle strade ferrate, possono partire da differenti punti di vista.

Un Governo potrebbe essere del parere, che l'estendere il diritto regio al celere trasporto dei viaggiatori e delle merci sia una delle più perniciose imposte, perchè il trasporto reso per tal modo più caro, apporta alla cultura ed all'industria del paese un danno maggiore che non sia il valsente delle imposte, insignificante in proporzione; e che quel diritto sia diametralmente contrario allo stato e condizione di una nazione già molto avanzata, e sempre più progrediente nell'industria, ed alla massima di promuovere più che è possibile la di lei attività industriale. Le entrate del diritto regio postale non diminuirebbero perchè, come è noto, la corrispondenza è sempre la più grande tra due luoghi vicini, e perchè la distanza reciproca dei luoghi col mezzo delle strade ferrate scompare; inoltre senza spese, o con spese insignificanti si moltiplica il mezzo della spedizione delle lettere; e quando finalmente nelle entrate dell'amministrazione postale potesse aver luogo un piccolo diffalco, verrebbe questo ad essere abbondantemente compensato coll' aumento delle imposte dipendenti dal progresso della agricoltura e dell' industria, il quale, come dimostra l' esperienza, non indugia a mostrarsi.

59. Quando presso i governi domina questa opinione, è facilmente determinato il rapporto dell'amministrazione postale colle società delle strade ferrate. Si lasciano queste prosperare, e non le si impongono altri ulteriori obblighi, se non il trasporto delle valigie della posta, e si paga per queste il regolare prezzo della tariffa stabilita sulla strada ferrata, o se il trasporto è gratuito, si gode del risparmio rilevante che ne deriva

§. 93. Quand' anche non fosse verosimile, sarebbe però possibile che un Governo nutrisse opinione che tutte le asserzioni relative all' aumento della cultura del paese, dell'industria e della nazionale prosperità per via dei trasporti a buon prezzo e celeri, e circa l'aumento negli introiti delle imposte, e specialmente del porto delle lettere, possano ridursi a vana teoria; che sia d'uopo attenersi al positivo; che il trasporto celere delle merci e dei viaggiatori, quand'anche non sia molto lucroso, sia però una parte importante dei diritti postali, e che questi debbono essere conservati qualunque sia la direzione che prende l'attività industriale, per cui non importa nemmaneo se con introiti dello Stato d' altra sorta si copra la possibile deficienza nelle entrate della posta; che una buona am-

ministrazione dello Stato deve perseverantemente mantenere gli introiti di qualunque siasi ramo, poichè non si può sapere se una qualche volta vi possa nascere una deficienza; e che quindi le strade ferrate dovrebbero od avere tali condizioni, col mezzo delle quali sia perfettamente guarentita la conservazione dei diritti postali per il trasporto celere delle merci e dei viaggiatori, oppure, se ciò non fosse possibile, venire abbandonate.

60. Quando domina l'accennata opinione, si rinunzii all'idea di ottenere delle strade ferrate le più vantaggiose pel pubblico bene, e il Governo rinunci a condizioni più importanti, per tenere velociferi e diligenze celeri a proprio conto da cui possa trarre un piccolo introito.

§. 94. Tra queste due opinioni avvene un'altra, che porta l'impronta di una savia precauzione. Questa opinione non esclude i grandi progressi e le grandi scoperte, che sono il prodotto del tempo; essa anzi le accoglie volonterosa nella vita dello Stato, e vuole cavarne tutti i vantaggi che se ne possono aspettare. Questa opinione non sta rigorosa alle vecchie disposizioni, ma le abbandona o le modifica secondo il mutare delle circostanze. L'istituto della posta è considerato il più utile assolutamente al bene pubblico, e nello stesso tempo degno di molta attenzione sotto i riguardi finanziarj ma non però importante a tal segno; che la parte meno lucrosa di questa amministrazione debba cedere al grande generale vantaggio delle strade ferrate. Per quanto sia verosimile che l'aumento degli introiti complessivi dello Stato possa compensare la possibile deficienza negli introiti delle poste, fino a che la propria esperienza non abbia tolto ogni dubbio, bisogna assicurarla e proteggerla da una perdita.

Con questa opinione degna di riguardo, non è solamente impossibile ma anzi facile un aggiustamento. Gl'interessi finanziari dello Stato possono essere pienamente guarentiti senza limitare l' attività delle società delle strade ferrate, o senza diminuire gli importanti vantaggi che sono da attendersi dalle medesime pel comune benessere. Su questa opinione pertanto che tiene il giusto mezzo, io appoggio le proposizioni sulla determinazione dei rapporti tra la amministrazione postale e le società delle strade ferrate.

§. 95. Primieramente devesi parlare di condizioni alle quali i Governi devono rinunciare se hanno da verificarsi le idee motivate nel precedente paragrafo.

61. Non conviene lasciare all'amministrazione postale il diritto di concorrere colle società nell'esercizio delle corse sulle strade ferrate.

Se gli azionisti non ammettono la concorrenza di intraprenditori privati, tanto meno vorranno quella dell'amministrazione postale. È chiaro

che sarebbe inaussistente affatto la sorveglianza della società sui mezzi di trasporto dell'amministrazione postale, come è evidente che la società sotto questo rapporto non potrebbe stare soggetta alla amministrazione postale. Chi dovrà dunque esercitare la necessaria sorveglianza sui concorrenti? Dovrebbe farlo un' autorità dello Stato, ma non l'amministrazione delle poste. Di qui scaturirebbe un nuovo imbarazzo, un nuovo complicatissimo ramo della pubblica amministrazione. Nessuno vorrebbe consigliarla una tal cosa, ed anche le società non la vedrebbero volontieri. Ammesso che il Governo si decidesse a formare questo nuovo ramo di amministrazione, e che esso sostenesse accuratamente ed imparzialmente la sorveglianza, rimangono però sempre ancora molti inconvenienti inevitabili. Nessuna sorveglianza sui mezzi e sull' esercizio delle corse sulle strade ferrate può essere così accurata, come la sorveglianza della società che vi è interessata nel modo più diretto e nella parte maggiore. Gli infortunj derivabili dalla cattiva costruzione delle ruotaie della strada, delle locomotrici, o dei carri, non potrebbono più accagionarsi alla società, tostochè la di lei facoltà di sorvegliare fosse ridotta al minimo. Ad onta della più grande imparzialità non sarà distrutto il timore della società, che nel caso di inevitabili collisioni d'interessi, al certo la società privata abbia ad essere sempre pregiudicata a petto di un ramo concorrente della pubblica amministrazione.

62. Considerazioni perfettamente uguali nella sostanza, se non nella forza, si affacciano contro la condizione che una società colle sue locomotrici debba trasportare sulle strade ferrate i carri appartenenti all'amministrazione postale, merci e viaggiatori per conto della amministrazione stessa. In questo modo si eccita parimenti una gara che una società avveduta e prudente deve a bello studio evitare, massime colle pubbliche autorità.

§. 96. Del resto non vi è un motivo assoluto di imporre le onerose condizioni accennate nel precedente paragrafo. Le seguenti massime, combinate con quelle del §. 80, soddisfano perfettamente allo scopo prefisso.

63. Le società delle strade ferrate di uno Stato devono tutte insieme contribuire ciascuna alla rata del proprio lucro a coprire la contingibile deficienza, che potrebbe verificarsi negli introiti dell'amministrazione postale, colla cessazione o diminuzione del trasporto eseguito dalla suddetta amministrazione dei viaggiatori, e delle merci, su quelle tratte ove sono sistemate le linee ferrate.

64. Se la società non guadagna (cioè se l'introito non sorpassa il 5 per 100), allora essa non contribuisce a compensare questa perdita.

Nessuna società compensa più dell'importo del guadagno, nè mai più di una o di una volta e mezzo l'importo sul quale venne in origine calcolata la perdita dell'amministrazione delle poste per il tronco di strada ferrata della società.

L'importo complessivo della perdita consiste nel diffalco che potesse risultare nell'introito netto dell'amministrazione postale, in confronto dell'introito netto normale prima della costruzione delle strade ferrate. Intanto questo diffalco, per quanto possa aumentare, non deve mai essere calcolato più della perdita totale stata preventivamente determinata pei singoli tronchi di strada.

65. Il calcolo del *deficit* di ogni tronco parziale di strada ferrata, si instituisce colle seguenti norme.

1.° Quando deve stabilirsi una strada ferrata, l'amministrazione postale a richiesta del ministero delle finanze calcola quale guadagno netto ha ricavato in ragguaglio negli ultimi tre anni dal trasporto delle merci e dei viaggiatori.

2.° Nel calcolo del guadagno netto vengono computati e dedotti rispettivamente:

(*a.* I risparmj nelle spese generali d'amministrazione per essere cessate o diminuite le condotte postali sul tronco di strada in discorso.

(*b.* Il risparmio del trasporto delle valigie, che deve essere fatto gratuitamente dalle società delle strade ferrate.

3.° I compensi che potrebbero per avventura prestarsi dalla amministrazione postale ai mastri di posta (od intraprenditori delle corse postali) in causa della cessazione o diminuzione delle condotte postali, non devono caricarsi alle società delle strade ferrate nel calcolo del guadagno netto (*).

(*) Più semplice e speditivo sarebbe se in vece delle regole 64 e 65 venissero ammesse le seguenti:

(64 *b.*) Se una società non ha alcun guadagno, od introito maggiore del 5 per 100, allora non contribuisce a coprire il deficit. Nessuna società compensa un importo maggiore del guadagno, nè più del *maximum* determinato dal Governo prima d'impartire la concessione. Nello stabilire questo *maximum* devesi avere riguardo al grado presumibile a cui può elevarsi il guadagno, alla difficoltà ed utilità della costruzione, senza che mai venghi sorpassato l'uno per cento del fondo capitale.

(65 *b*) Il complessivo importo del *deficit* consiste nel diffalco che potrebbe risultare nelle entrate nette dell'amministrazione postale, in confronto dell'entrata netta normale prima della costruzione delle strade ferrate. Ora questo diffalco per quanto sia grande, nel calcolo non potrà mai supporsi maggiore di un mezzo per cento del fondo capitale di tutte le strade ferrate dello Stato.

66. Le società non hanno diritto di esigere una revisione nè sul diffalco nel reddito netto delle poste, nè sul calcolo del deficit ne'ricavi netti di un ramo di strade ferrate; una siffatta verificazione, come anche l'analoga determinazione se debba avere effetto una verificazione, s'addicono soltanto alle apposite Autorità dello Stato.

67. Giusta le prescrizioni dell'amministrazione postale ogni società deve stabilire il tempo della partenza di altrettante corse, quante erano le spedizioni della valigia prima della costruzione della strada ferrata, compatibilmente colle stagioni e coi regolamenti di Polizia. Se la corsa sulla strada ferrata non potesse effettuarsi regolarmente nel tempo stabilito dall'amministrazione postale, in causa di intemperie od altri ostacoli, la società allora deve a proprie spese spedire col mezzo di staffette la valigia della posta. Quest'ultima condizione non è osservabile quando avvenimenti di guerra interrompessero forzatamente le corse sulla strada ferrata.

68. Anche per determinare il tempo di partenza dei convogli, deve essere interpellata previamente l'amministrazione delle poste, e devono seguirsi le sue prescrizioni in quanto non arrechino pregiudizio agli interessi della società.

69. Le società delle strade ferrate hanno facoltà, ad onta degli obblighi ad esse imposti, di trasportare non solo viaggiatori, ma in generale merci di qualunque peso; solamente la spedizione delle lettere resta esclusivamente riserbata alla amministrazione postale.

70 Le controversie sulla applicazione ed osservanza di queste prescrizioni, tra l'amministrazione suddetta e le società, devono essere decise in prima istanza dalla competente autorità provinciale dello Stato, ed in ultima istanza dalla commissione della strada ferrata.

L'applicazione delle precedenti regole è facilissima, e la loro regolare osservanza per parte delle società delle strade ferrate non può incontrare difficoltà, perchè tutte quelle esistenti nel medesimo Stato chiudono contemporaneamente i loro bilanci, che devono inoltrare al Governo, per cui è impossibile occultare il guadagno, non potendosi pagare nascostamente il dividendo agli azionisti.

Con queste regole si risparmierà il penoso calcolo del deficit su ogni tronco dell'amministrazione postale. Per le società delle strade ferrate sarebbe un particolare eccitamento a conoscere in prevenzione, quale sia il massimo generalmente stabilito in totale ed individualmente. Si promuoverebbe con ciò una gara vantaggiosa pel bene del paese; e sarebbe incoraggiata non la costruzione delle strade più lucrative, ma quella delle più utili.

§. 97. Osservando imparzialmente, si concederà che adempiendo tali massime, le instituzioni postali debbono guadagnare ancora significantemente dal lato della generale utilità. Le lettere colle strade ferrate circolano assai più celeremente che non coi cavalli di posta, e la loro spedizione, senza aumento di spesa, può ripetersi più sovente di quello che non succede attualmente. Lo stesso dicasi degli oggetti che potranno essere trasportati più spesso, più celeremente e più a buon prezzo che non colla posta. Quando la spedizione sarà attivata colle strade ferrate, nessuno vorrà più servirsi della posta; però l'amministrazione postale non cesserà di occuparsi della spedizione di oggetti, fintanto che le strade ferrate si limiteranno a parziali tronchi.

I viaggiatori che partono colle carrozze di posta, devono certamente abbandonarle dove cominciano le strade ferrate per servirsi di queste ultime. Per poche persone, a cui non potessero per avventura aggradire, sembra assolutamente inutile il mantenere ancora le carrozze di posta. Per parziali casi di eccezione non si fanno disposizioni che non siano d'accordo colla regola generale. Si può quindi più opportunamente riservare la libertà alle singole persone che non vogliono servirsi della strada ferrata, di noleggiare un vetturale od un posto esterno d'aggiunta, e ciò tanto più che le società delle strade ferrate trasportano anche carrozze da viaggio.

Quanto alle viste finanziarie dello Stato, le regole proposte gli ripromettono una grande sicurezza. La prescrizione che il compenso da prestarsi dalle società diminuisce nell'egual misura dell'ammanco negli introiti della posta ad una somma minore della computata, è appoggiata alla savia massima, che le strade ferrate in causa della loro generale utilità, non devono essere soggette ad imposizioni, nè considerarsi come mezzo diretto ad accrescere le entrate dello Stato. Questa massima venne accolta in Prussia. Io concedo il vantaggio allo Stato, che le società delle strade ferrate debbano compensare fino ad una certa somma il possibile ammanco degli introiti della posta, qualunque siasi la causa da cui possa derivare, per cui lo Stato non corre che il rischio del contingibile ma inverosimile caso, che il guadagno delle società, giusta il massimo determinato del loro obbligo di contribuzione, non possa essere sufficiente per coprire il difetto nelle entrate della posta. Questo caso non si verificherebbe che quando per vicende di guerra venisse intercetto il trasporto sopra molti punti; ma questa deficienza allora si proverebbe quand'anche non esistessero le strade ferrate.

La prescrizione, giusta la quale le società delle strade ferrate che hanno

il maggior guadagno, devono in proporzione per la massima parte contribuire a coprire la deficienza nelle entrate postali, promuove la costruzione di quelle strade ferrate, che almeno in principio non hanno in vista che il rimborso degli interessi; di quelle tali insomma che spesse volte sono appunto le più utili per favorire la cultura del paese, e per togliere l'inconveniente delle grandi distanze.

§. 98. I Prussiani del Reno potrebbero forse appormi che i progetti da me ideati per istabilire i rapporti coll'amministrazione delle poste non considerano quanto basta gli interessi renani: primieramente perchè le strade ferrate nella provincia renana, la più popolata e più industriosa, danno in monte maggiore lusinga a guadagno di quello che lo possono le strade ferrate nelle altre provincie della Prussia; indi perchè giusta le leggi di finanza sul Reno, i diritti sono pochissimo gravosi, e non è soggetta alle tasse di posta che la spedizione delle lettere e dei pacchi che non pesano più di 2 libbre. A ciò risponderei che l'introdurre i mezzi di trasporto a minimo prezzo ed a grande velocità in tutta l'estensione dello Stato di Prussia, è sotto il riguardo della politica e nazionale economia una necessità ed è utile nello stesso tempo alla medesima provincia renana in tal grado da distruggere appieno qualunque contraria obbiezione. Del resto, osservata la cosa dal giusto lato, il Governo ha tanto il diritto come l'obbligo di non ammettere grandi costruzioni a pubblico vantaggio, che per essere eseguite richiedono l'applicazione della legge di spropriazione, se non dietro i più imponenti principj della economia politica ed amministrativa dello Stato.

§. 99. Forse vi sono dei mezzi ancora più semplici e migliori per appianare in Germania rapporti tanto difficili tra l'amministrazione postale e le società delle strade ferrate: la seguente proposizione potrebbe essere un tentativo opportuno.

71. In qualunque Stato di qualche estensione comunemente si impiega una certa somma per la costruzione di nuove strade. Le società delle strade ferrate, quando colla metà del guadagno abbiano riscattato il fondo capitale, erigano strade perfette per lo Stato. E allora, quando in causa delle strade ferrate scapitassero effettivamente le rendite dello Stato, quest'ultimo impiegherà minori somme per la costruzione di strade comuni, e non prenderà compenso alcuno dalle società delle strade ferrate per la contingibile deficienza nelle entrate della posta.

Questo mezzo si raccomanda da sè in modo straordinario per la di lui semplicità ed anche per le seguenti ragioni.

1.° Non vi è la menoma presunzione che colle strade ferrate

minuiscano le entrate dello Stato. L'esperienza prova il contrario: nell'America settentrionale, giusta l'ultima officiale comunicazione, non ostante l'incremento delle strade ferrate, gli introiti della posta aumentarono del decimo in un anno.

2.° È inverosimile con una savia amministrazione del ramo postale che risulti una deficienza nelle entrate nette in causa delle strade ferrate; se ciò anche accadesse, questo ammanco per lo più sarebbe equilibrato da sopravanzi in altre sorgenti d'introito: è poi chiaro che torna tutt'uno l'introitare a carico di una rubrica, anzichè di un'altra, purchè la cifra finale risulti invariata.

3.° La differenza tra gli effetti che dipendono dalla supposizione dell'accennato progetto e dalla esecuzione delle massime contenute nel §. 96, è minore di quello che sembra. Il compenso che deve prestarsi in forza di queste ultime, non cade che per metà a carico delle società; l'altra metà viene tolta all'ammortizzazione, e quindi ad un fondo destinato per essere impiegato a vantaggio dello Stato.

Il progetto dovrebbe dunque meritare tutta la considerazione e il più ponderato esame.

CAPITOLO VENTIDUESIMO.

COMPENSI E SICURTÀ IN DIVERSI CASI.

§. 100. In uno Stato di Germania fu impartita la concessione di una strada ferrata colla condizione che la società dovesse compensare il contingibile ammanco dei pedaggi delle strade ordinarie.

Questo principio equivale a volere che quegli il quale adopera una macchina a vapore migliorata, debba compensare tutte le persone che si servono ancora dei vecchi apparati.

Questa tale concessione, che è quella per la strada ferrata da Lipsia a Dresda, fu accordata quando ancora nuova era la materia; ora che le cognizioni e l'esperienza della cosa si diffusero, il Governo sassone, senza dubbio, nell'accordare ulteriori concessioni, saprà conservare i vantaggi importanti allo Stato, e schiverà di imporre gravezze alle compagnie, che in proporzione poco giovano allo Stato.

§. 101. Qualsivoglia commerciante, o capitalista stima tanto maggiore il pericolo di un'intrapresa o speculazione, quanto meno trova chiara la estensione di un obbligo. È interesse dello Stato di avere accorti, cioè solidi negozianti e capitalisti per azionisti nelle intraprese di strade ferrate, e di ricavare da questi le più vantaggiose condizioni.

Sotto questo rapporto la decima delle condizioni generali per le strade ferrate prussiane, è pregiudizievole al sommo per gli interessi dello Stato. L'obbligo quivi imposto alle società è illimitato affatto. Non può farsi una idea dei riclami di compenso possibili ad elevarsi contro allo Stato (1);

(1) Questa condizione è del seguente tenore.
La società si obbliga senza riserva a tenere sollevata ed indenne la pubblica amministrazione da qualunque riclamo di compenso in causa dello stabilimento della strada. Nello istituire i relativi processi contro lo Stato, è questi autorizzato a chiedere alla società una garanzia fino al totale importare del compenso riclamato, come pure di farsi assicurare il rimborso di tutte le spese processuali.

più presumibili però sono quelli derivabili in caso che il Governo non imparta le concessioni dietro norme legali, la qual cosa non è a supporsi.

Una delle due: o esiste la possibilità di riclamo, o non esiste. Nell' ultimo caso, non sembra conveniente di spaventare gli azionisti coll'imporre loro obblighi di natura illimitata. Nel primo caso, soltanto lo Stato è in grado di affrontare gli illimitati riclami; ed è parimenti attributo dello Stato, e non delle società, di sostenere e proteggere dalle conseguenze emergibili da un decreto di costruzione di una strada ferrata.

Riesce tutto all' opposto, quando venghino esattamente indicati i titoli di compenso, che devono essere reintegrati dalla società. Quando, per esempio, le leggi in vigore non avessero a determinare sufficientemente che la società deve sottostare a tutti i danni che risultar possono per avventura dalla costruzione della strada ferrata e degli edifici alla medesima annessi, o dai mezzi di comunicazione sulla strada, allora si completeranno le analoghe prescrizioni legali: ciò non può dare argomento di eccezione.

§. 102. Anche le sicurtà che nell' allegata condizione ed in altri luoghi vennero prescritte nei patti generali della strada ferrata prussiana da prestarsi dal Governo, suonano agli avveduti negozianti come obblighi difficili da soddisfarsi; ed è proprio fuor di luogo l'imporli ad una società di strade ferrate. Ammettendo le regole proposte nel Capitolo XXIII, lo Stato è guarentito che una società non può vendere od ipotecare senza l'assenso del Governo gli oggetti coi quali esso è in grado di prestar cauzione. In questo e ne'buoni statuti sono riposte le migliori garanzie dello Stato.

CAPITOLO VENTITREESIMO.

CAUTELE RIGUARDANTI LA SOLIDITÀ DELLE COMPAGNIE E LA BUONA CONDIZIONE DELLE STRADE.

§. 103. Il Governo deve emanare disposizioni circa la prestazione della sicurtà a garanzia della conservazione del fondo delle società. Le seguenti potranno bastare.

72. Qualunque vendita di stabili di una società di strade ferrate senza l'approvazione del Governo è nulla.

73. Qualunque ipoteca a carico di una società di strade ferrate, presa senza consenso del Governo, non ha effetto.

74. Non è lecito alle società delle strade ferrate di assumere prestiti senza l'approvazione del Governo. Sotto il nome di prestito non si intende il prevalersi del credito che godono presso i commercianti le società nell' ordinario giro di banca, o che proviene dall'introduzione di macchine e di altri oggetti indispensabili per l'uso o per la costruzione della strada ferrata.

75. Non è lecito alle società delle strade ferrate di aumentare senza l'assenso del Governo il capitale delle azioni oltre alla somma stabilita negli statuti.

76. Non è lecito alle società delle strade ferrate di intraprendere altre speculazioni od affari oltre al trasporto sulla strada ferrata, e alla accettazione e successiva spedizione delle merci da trasportarsi o trasportate sulla strada stessa, come pure di mettere a reddito i fondi disponibili.

77. Qualunque impiegato od addetto ad una società di strade ferrate, che contribuisse per avventura alla trasgressione delle prescrizioni esposte in questo paragrafo, sarà colpito da una multa pecuniaria almeno di mille talleri, od al più dell' equivalente della trasgressione; ed oltre a ciò sarà punito come un fallito doloso, quando la trasgressione fosse avvenuta con mire fraudolenti. Il castigo in entrambe le circostanze si effettua ad istanza del Governo, per sentenza di tribunale.

§. 104. Le seguenti norme sono sufficienti per guarentire la lodevole esecuzione delle strade ferrate.

78. La linea della strada ferrata, e la costruzione degli annessi edificj devono previamente essere sottoposte all' approvazione del Governo.

79. Quando una società non ne compie la costruzione entro il periodo di tempo statule prefisso, resta allora riservato allo Stato il prorogarne il periodo, se giudicasse giustificato il ritardo delle circostanze.

80. È facoltativo al Governo, quando venga sorpassato il termine perentorio o le ulteriori concesse proroghe, di vendere la strada al migliore offerente, quando sia ultimata, o passarne la concessione ad altri intraprenditori. Sopra tale trapasso decide la commissione dopo avere udite lei ragioni della società per di lei giustificazione. Se queste ragioni vengono reputate valevoli, allora la commissione stabilisce un altro periodo di tempo. Viene riguardata come una giustificazione, la prova di non avere ultimata l' opera nel termine prefinito per motivi indipendenti della società, ed anche perchè col ritardo si è potuto raggiungere un risparmio almeno del 15 per 100 nelle spese originarie di costruzione.

§. 105. Si devono stabilire delle norme colle quali venga guarentita la buona conservazione della strada.

81. La società concessionaria è risponsabile della buona manutenzione della strada.

82. Alla società che non mantiene la strada in buono stato, la commissione ad istanza del Governo può infliggere delle multe disciplinari dai 20 ai 100 talleri per ogni caso, ed anche, secondo le circostanze, prescrivere che si debbano far riparazioni per ordine del Governo ed a spese della società.

83. Inoltre, se in causa della cattiva conservazione della strada si rendesse per avventura malagevole il trasporto, il Governo può ordinare che venga tolta alla società la concessione, e che la strada cogli annessi e connessi sia venduta al migliore offerente. I tribunali decidono in proposito.

CAPITOLO VENTIQUATTRESIMO.

SORVEGLIANZA PER PARTE DEL GOVERNO.

§. 106. In Prussia, giusta le generali condizioni o patti per le strade ferrate, ad ogni società deve essere nominato un commissario di Governo, incaricato alla sorveglianza, e autorizzato a chiamare a sè quando occorre il Presidente della società, e ad intervenire alle sue adunanze.

La convenienza di questa massima è dubbia. Una continua sorveglianza si oppone alla libera azione che dipende dalla propria risponsabilità. Se non si lascia questa libertà alle società, si toglie loro la più importante prerogativa che hanno a preferenza dell'amministrazione erariale. Se il commissario è alquanto peritoso o formalista e pedante, qualità che spesso incontransi negli impiegati, succederanno moltissimi contrasti ed opposizioni. Un altro caso può anche facilmente insorgere, cioè che il commissario contragga intrinsichezza col capo della società, più intima che non sia compatibile con una attiva sorveglianza. Io però nè coll'una nè con l'altra delle supposizioni voglio intaccare nella menoma parte l'onorata classe degli impiegati, ma non trovo ragione alcuna per cui nello stabilire regolamenti non abbiano a considerarsi le cose quali si manifestano, perchè gli uomini hanno delle umane debolezze. La più cattiva conseguenza però di quella determinazione, è che viene indebolita di molto la risponsabilità della società, quando vi debba stare regolarmente al fianco un commissario di Governo. La conseguenza è immancabile. Come può un Governo infliggere pene ad una società, persino privarla della concessione, quando esso abbia posto un delegato che continuamente deve sorvegliare, che vede o potrebbe vedere qualunque determinazione, qualunque misura di precauzione si prendesse, e che perciò potrebbe provvedere in tempo collo impedirle od ordinare altrimenti? Quale autorità giudiziaria, od anche amministrativa vorrà addossarsi di applicare il rigore delle leggi contro la società? Quest'ultima potrà sempre dire a sua difesa: « Il signor commissario ha veduto ed udito questo o quello, e non » si oppose in niente » oppure: « — Se il signor commissario avesse fatto

« avvertire prima di questo o fatta qualche rimostranza in opposizione ,
« si avrebbe volontieri aderito al suo desiderio ».

Ponderate accuratamente queste difficoltà, si avrà necessariamente la convinzione, che in realtà non vi sono che due sistemi pratici, vale a dire , o amministrazione sotto la continua cooperazione e sorveglianza dello Stato, o amministrazione indipendente, congiunta ad una stretta ed attiva risponsabilità. Il primo di questi sistemi dovrebbe valere meno dell' amministrazione per conto dello Stato; non vi è infatto alcun motivo per dovere ancora rintuzzare l' industria privata, ed in ogni caso questa presterà i suoi servizj più cari, che non farebbe se potesse agire liberamente sulla propria risponsabilità entro limiti determinati dalle leggi.

Quest' ultimo partito perciò lo reputo il più vantaggioso allo Stato ed alle società. Lo Stato allora non abbisogna che di conservarsi il mezzo di potere conoscere le trasgressioni anche quando sieno occulte. Per questo basta la seguente regola, colle altre determinazioni esposte in questa sezione.

84. Il Governo, quando lo reputerà necessario, è autorizzato a prendere informazioni col mezzo di delegati straordinarj su tutti i lavori della strada ferrata intrapresa dalle società, sui mezzi di trasporto, e sulla intiera azienda, compresavi anche la contabilità.

CAPITOLO VENTICINQUESIMO.

PUBBLICITÀ E REGOLARITÀ DEI CONTI.

§. 107. Affine di ottenere il trasporto a prezzi minimi importa che non sia tenuta celata veruna opera di miglioramento nelle costruzioni, e nella manutenzione delle strade ferrate, come pure nell'arte del trasporto.

85. Si imponga quindi l'obbligo alle società di tenere conti esatti e distinti di questi differenti oggetti, e di accordare al Governo libera ispezione di questi conti, e di tutto ciò che vi ha relazione. Possono anche venire puniti con congrue multe gli impiegati risponsabili di una società, quando tengano celati, o producano falsificati quei conti o ricapiti giustificativi.

§. 108. Fra i mezzi di mantenere retta ed onesta l'amministrazione di una grande società di azionisti, vi è quello di dare una certa pubblicità a' suoi risultamenti; questa col fatto è un vero ed efficace riscontro. In nessuno Stato, qualunque ne sia il politico ordinamento, si può da quest'ultimo dedurre un motivo di non accordare siffatto riscontro. I ricapiti giustificativi delle diverse spese, la forza delle locomotrici, le spese di trasporto, i prezzi pagati, il numero dei viaggiatori trasportati ed il volume delle merci spedite, come pure tutto quello che si riferisce a costruzione ed esercizio di strade ferrate, può essere pubblicato dovunque.

86. Si imponga quindi l'obbligo all'amministrazione di ciascuna società delle strade ferrate, di produrre ogn'anno all'adunanza generale un completo rendiconto, corredato delle pezze giustificative, e di pubblicarlo in seguito in un foglio periodico dei più diffusi.

§. 109. — 87. Perchè sussistano le relazioni da me proposte per lo Stato, e per le società delle strade ferrate, e per il mantenimento in generale del buon ordine, stabilisca il Governo che le società delle strade ferrate esistenti in uno Stato chiudano i loro bilanci tutte nello stesso giorno, e li presentino al Governo entro un dato termine perentorio non minore però di tre mesi.

CAPITOLO VENTISESESIMO.

CONTROVERSIE SULLA TARIFFA DEI TRASPORTI.

CONTESE TRA GLI AZIONISTI.

§. 110. Coi patti generali delle strade ferrate di Prussia è riservata alle Autorità amministrative la decisione delle controversie tra le società e le persone private sull' applicazione della tariffa dei trasporti. Questa determiuazione dovrebbe essere assolutamente opportuna; però sembra per mantenere il carattere della giustizia amministrativa, che debba essere più idonea a decidere in ultima istanza la commissione delle strade ferrate.

§. 111. — 88. La necessità della prescrizione legale, emanata in Baviera, che gli azionisti debbano tra loro risolvere le differenze inappellabilmente, non può mettersi in dubbio. Essa potrebbe sembrare meno conveniente in quei paesi e provincie ove la legislazione ha sufficientemente stabilite le relazioni degli interessati di società di commercio e delle loro amministrazioni, e l'idea delle società anonime commerciali. Specialmente poi le prescrizioni generali del Codice Commerciale Renano mi sembrano non solo sufficienti, ma più assicuranti che non la instituzione di un tribunale di decisione.

CAPITOLO VENTISETTESIMO.

DELLE AZIONI.

§. 112. Sull'aggiotaggio delle azioni delle strade ferrate si è molto parlato e scritto. Egli è un nobile sforzo dei Governi di non permettere che cadano nella sfera delle ordinarie speculazioni delle Borse, od anche dell'ordinario traffico mercantile quelle intraprese che vengono concesse a privati solamente per il pubblico vantaggio. Ed è pure una lodevole cura per l'interesse dei capitalisti, quando un Governo cerca di procurar loro tutta la conveniente chiarezza sull' estensione e sul pericolo di un' impresa di strade ferrate. Finalmente è molto naturale che i Governi facciano poco conto del sentimento patrio e dell' inclinazione all' utile pubblico degli intrapreditori di strade ferrate, e non accordino troppa fiducia alle assicurazioni in proposito, giacchè a giudicare dall'esperienza si vede non essere altrimenti che l' egoismo, il quale procaccia i più grossi capitali, quando le strade ferrate debbano venire costrutte da privati. Lo Stato, anche quando contrae dei prestiti, non si comporta ordinariamente in altro modo, poichè il prestare danaro allo Stato per puro sentimento patrio è un'eccezione che si verifica soltanto in circostanze straordinarie.

Si devono prendere adunque le cose come sono; e bisogna ritenere che con prescrizioni di legge potrà bene essere inceppato e reso mal sicuro il commercio per via di azioni, ma non mai impedito.

89. Si abbandoni pertanto ciò che per esperienza fallisce lo scopo: si approfitti per interesse dello Stato dell' egoismo dei commercianti e dei capitalisti, e si apra la concorrenza; finalmente si disponga in modo, che siano preferite la solidità e la prudenza, alla leggerezza ed al capriccio.

§. 113. Col titolo di aggiotaggio in commercio si vuole significare la posizione dubbia di chi si assume degli obblighi, che di gran lunga sorpassano le sue forze, o che specula rilevantemente sopra oggetti, i quali non sussistono che nella sua fantasia.

Questo è sempre da riguardarsi come un abuso, contro il quale generalmente sono in vigore delle leggi nella massima parte degli Stati. Non sembra esservi causa impellente per estendere queste leggi al caso particolare delle strade ferrate. Il savio legislatore non presumerà mai di poter produrre uno stato di assoluta perfezione; egli sa che a voler togliere affatto la possibilità dell'abuso, ne soffre l'utile uso più di quello che lo concedono riflessi di maggiore conto.

Colle norme stabilite nel 16 Capitolo, è mantenuta libera la concorrenza, ed assicurata nello stesso tempo ai solidi azionisti ed agli intraprenditori avveduti la preferenza a fronte dei non solidi ed ignoranti. In questo modo viene efficacemente evitato l'aggiotaggio delle azioni, appunto nel suo lato più pregiudizievole, e tolto il mezzo più vituperoso di specular colle azioni. Da una parte il pubblico non sarà disposto a trafficare di azioni sulla sola speranza; in fatti fintanto che una società di strade ferrate non abbia ottenuto la concessione, non è altro che una speranza. Dall'altra parte si impedirà pure in questo modo che una società, od un individuo cerchi di ottenere la concessione soltanto per lucrare celeremente con azioni, e non per assumere l'intrapresa con vigore ed avvedutezza, e poscia aspettare il guadagno vero dalle azioni.

§. 114 Se, come non è a dubitarsi, coll'applicazione delle suesposte regole si eviterà efficacemente un vergognoso monopolio di azioni, non devonsi però all'opposto porre in campo ostacoli all'onesto od utile commercio di azioni. Questo è utile allo Stato in quanto che ravviva l'idea di guadagno sulle azioni per concorrenza, e quindi coopera al conseguimento delle condizioni più vantaggiose allo Stato medesimo. Per quest'ultimo è dunque pregiudicevole qualunque prescrizione che aggravi il traffico leale col mezzo di azioni. All'opposto non è un aggravarlo questo traffico, ma bensì soltanto un rinforzare la solidità delle azioni e la sicurezza dell'esecuzione dell'intrapresa, lo stabilire le seguenti norme.

90. Quegli che si obbliga ad accettare azioni di una società di strade ferrate, si vincola al pagamento dell'intero importo del valor nominale. Se l'azione, od il vaglia interinale che le corrisponde, passa ad un altro proprietario prima del versamento di questo totale importo, allora il primo soscrittore rimane tuttavia risponsale dei pagamenti, fintantò che questi non sieno compiti.

91. Il primo soscrittore è tenuto a fare i versamenti, quando il successivo proprietario non vi si prestasse nei termini fissati dagli Statuti.

92. Il successivo possessore perde con ciò senza qualsiasi compenso ogni diritto di proprietà sulle azioni o vaglia interinali. Questo diritto si

trasfonde allora nel primo sottoscritto. Egli paga alla società la metà dell'importo delle antecedenti versazioni, e non è tenuto a ricompensare l'altra metà al secondo possessore.

93. Se il primo soscrivente non eseguisee i pagamenti nei termini da stabilirsi dagli Statuti, resta facoltativo alla società, o di escutere i pagamenti nella via forzosa giudiziale, o di diehiarare il medesimo decaduto dal suo diritto sulle azioni. In quest' ultimo caso esso perde l'importo di tutti gli anteriori eseguiti versamenti, e incorre inoltre in una multa convenzionale del 10 per 100 sul valor nominale delle azioni.

CAPITOLO VENTTOTESIMO

FONDO DI RISERVA.

§. 115. Nelle grandi intraprese, dove in causa di straordinari avvenimenti può impensatamente manifestarsi uno scapito rilevante, è prudenza il formare un fondo di riserva per potere con esso supplire al discapito. Questa regola è applicabile perfettamente alle società delle strade ferrate, perchè in causa di accidenti naturali o di guerre possono le strade medesime soggiacere a straordinarie avarie, od in generale per inusitate, impreviste circostanze può essere incagliato il commercio, e diminuire di molto le entrate. In tal caso giova agli azionisti di non interrompere il pagamento degli interessi delle azioni tuttavolta che ciò si possa effettuare col fondo di riserva. Quindi la somma che una società impiega annualmente per formare un conveniente fondo di riserva, non può essere considerata come guadagno. La contribuzione a questo fondo è come un premio di assicurazione. Ora sarebbe contro l'interesse degli azionisti, e dello Stato se per lo scopo accennato s' impiegasse annualmente una porzione troppo grande del ricavo delle strade ferrate, o se durasse la contribuzione anche dopo raggiunto lo scopo, cioè dopo che il fondo di riserva fosse portato ad una congrua misura.

Rendonsi quindi necessarie due diverse prescrizioni legali, l'una per la istituzione del fondo di riserva, e l'altra per istabilirne i limiti, e insieme anche quelli dell' annuale contribuzione.

94. I negozianti e gli uomini d'arte convengono pressappoco che il 10 per 100 delle spese complessive di costruzione della strada e dei mezzi di esercizio, sia un massimo bastante da applicare al fondo di riserva. Convenienza ed equità richiedono insieme che il massimo contributo annuo sia stabilito al 10 per 100 dell' introito complessivo, od al 20 per 100 dell'importo netto, oltre gli interessi. Potrebbesi determinare ancora che, qualunque sia l'introito netto, il contributo per il fondo di riserva non debba sorpassare l'uno per 100 del fondo capitale complessivo di costruzione. Il minimo per il valore del fondo di riserva, e per l' annuale contribuzione relativa, potrebbe convenientemente porsi alla metà del massimo, colla prescrizione però, che le società non sieno tenute ad impiegare nulla dell'introito netto nel fondo di riserva, quando il primo non superi l' interesse del 5 per 100.

95. Tra questi limiti si lasci libero alle società di introdurre maggiori particolari nei loro statuti per la formazione di questo fondo di riserva.

CAPITOLO VENTINOVESIMO.

DELLA AMMINISTRAZIONE E SUOI DIFETTI.

§. 116. L'immancabile danno di una difettosa o cattiva amministrazione di una intrapresa industriale dipende dal rincarare o peggiorare del prodotto rispettivo, e spesse volte dalle due cause unite. Se una intrapresa viene accordata per concorso, od è facilmente eseguibile, allora il danno viene comunemente portato dai soli interessati dell' intrapresa stessa, ed il Governo può in tal caso tranquillamente adottare la massima, che non è sua attribuzione l' impacciarsi nelle interne disposizioni amministrative di società commercianti con idee di comando o di proibizione. Colle strade ferrate la cosa va altrimenti: la loro produzione consiste in trasporto di uomini e di merci; questa produzione peggiora per mancanza di sicurezza, comodità, ordine e celerità di trasporto; e rincara per l'elevazione del prezzo di trasporto. Quindi il Governo è obbligato da forte interesse a curare la buona amministrazione delle società delle strade ferrate, per quanto sia fattibile, senza limitare il libero movimento nel Commercio, indispensabile per la industria privata.

Questo dovere viene ancora rinvigorito dal riflesso che l' amministrazione di grandi società per azioni è circuita da certi difetti intrinseci, ed è minacciata da speciali pericoli di peggioramento, i quali non si verificano nelle intraprese commerciali di singoli individui.

§. 117. Se uno solo, od una società di commercio composta di pochi, esercita una intrapresa industriale, questa comunemente concerne ad un ramo principale di traffico. Gli interessati vi pongono per la maggior parte tutto intiero il loro avere od il loro credito, ed impiegano tutti i loro sforzi per giugnere allo scopo; essi soli partecipano a tutti i vantaggi, e sopportano tutto il danno; il loro onore o la loro esistenza sono congiunti alla riuscita della intrapresa. Quindi il più forte interesse privato sprona ad una buona azienda economica.

Quanto è piccolo invece l'attaccamento di un azionista di una grande società di strade ferrate quando si consideri il suo avere in relazione al capitale complessivo dell'impresa! La facilità con cui esso può sciogliersi dalla società colla vendita delle azioni, indebolisce ancor più il suo interesse; d'ordinario si cura ben poco della bontà e saviezza dell'amministrazione sociale; egli non pensa seriamente a migliorarla se non quando i risultamenti inviliscono, o non sono vendibili le azioni senza rilevante scapito, o quando infine appariscono chiaramente i sintomi del cattivo stato a cui è condotta, sintomi che bene spesso l'amministrazione cerca a tutta possa di tenere celati. — Il più delle volte però l'azionista non vorrà prendersi neppure questa briga, e si consolerà calcolando che se queste azioni scapitano, ne ha delle altre in vece che gli rendono a dovizia, e compensano il danno.

L'impegno dei socj, debole in proporzione al bisogno, è uno dei difetti proprj alle grandi società delle strade ferrate, che reagisce con pregiudizio sulla loro amministrazione.

§. 118. Potrebbe aversi una rara eccezione non contemplata dalla legislazione, quando si combinassero il sentimento della generale utilità amministrativa, e l'agio indispensabile a fondare con buone basi una società di strade ferrate.

Le molte volte anche quando il sentimento patrio contribuisce alla fondazione di strade ferrate, è però raro che vi sieno congiunte le cognizioni e l'esperienza di commercio, indispensabili per l'istituzione di una buona amministrazione sociale. Perciò le società delle strade ferrate, comunemente sono istituite da interessi privati, e per lo più non da quel medesimo il quale abbia di mira di procacciarsi uno speciale guadagno col traffico delle azioni.

Allo Stato conviene che l'interesse privato sia il primo a mettere in campo i progetti delle più utili intraprese per il comune vantaggio, però non devono lasciarsi inosservati i pericoli e gli errori facili con un tale sistema a introdursi, per poterli o prevenire od attenuare.

Io prego a voler riflettere che l'esposizione da me fatta dei motivi più comuni che presiedono all'istituzione delle società delle strade ferrate, ha per iscopo di far palesi quegli errori, o quei pericoli; perciò solo sono costretto a mostrare la cosa dal lato cattivo; egli è raro che manchi affatto; e il più delle volte si appalesa più o meno in qualche punto, il quale è pur raro che sia solo. Alla istituzione di una società di strade ferrate, ed all'ordinamento della sua amministrazione non è infrequente il caso che concorrano motivi ed elementi i più nobili, i più

eletti e i più disinteressati, ma stante la generale loro utilità ed innocuità non abbisognano di alcuna disamina per l'intento suindicato. Volli solo premettere espressamente che non gli ignoro.

§. 119. L'idea di guadagnare colla vendita delle azioni, produce delle società per le strade ferrate o se non altro dei piani per formarle.

Quando uno dei motivi principali sia questo, nasce il pericolo che i fondatori non si dieno troppa premura per l'ordinamento di una buona amministrazione, poichè ciò che essi ritraggono dalle azioni, è cosa del tutto secondaria. Il miglior rimedio da contrapporre a questo inconveniente è quello che abbiamo suggerito al Capitolo 16.

§. 120. La vista di qualcuno dei fondatori di un'impresa di accaparrarsi un buon impiego, è più spesso il movente generatore delle grandi società di azionisti, e quindi anche di quelle delle strade ferrate. Questo movente deriva dai seguenti principj.

1.° L'impiego è congiunto con una posizione civile molto più indipendente ed onorevole, che non quella di un commesso di negozio presso di uno stabilimento commerciale.

2.° Presso ai commercianti è molto raro il trovare un impiego lucroso come quello dei primari impiegati di una grande società di azionisti.

3.° Per lo più l'impiegato superiore partecipa al guadagno della società, senza soggiacere alle dannose contingibili conseguenze tranne per poche azioni, e quindi senza molto arrischiare può guadagnar molto.

4.° Comunemente è meno a temersi presso una società di azionisti che l'impiego sia di breve durata di quello che presso un negoziatore.

5.° Presso una società è più facile ottenere un guadagno lecito od illecito, che non presso una semplice persona privata.

Gli inconvenienti o pericoli facili ad emergere da ciò sono che lo scopo principale, cioè la prosperità della compagnia si trascura affatto, e si considera come oggetto precipuo il mezzo che conduce allo stesso, cioè l'ufficio d'amministrazione. Negli statuti si provvede singolarmente a quegli impieghi che risguardano le mire dei fondatori. La cosa viene ordinata in modo che gli impieghi diventano molto lucrosi e durevoli, godono di molta indipendenza, senza essere soggetti a grande controlleria; la responsabilità è ridotta al minimo possibile, e difficilissima la dimissione.

Le cattive conseguenze che ne derivano sono infinite, e provate già da molteplici esperienze. Si concede così una libertà aperta all'indolenza ed alla slealtà, e si assicura loro un lungo dominio nella amministrazione sociale, a meno che l'abuso non oltrepassi ogni limite tollerabile.

Il pericolo che minaccia le società quando il motivo precipuo per cui furono istituite sia la mira di buoni impieghi, viene aumentato ancora da una speciale circostanza. Uomini d' affari, dotati di cognizioni, talenti e spirito intraprendente, bene spesso ed a buon dritto stimabili per carattere, ma sfortunati nelle loro speculazioni, cercano coll' erezione di una grande società per azioni di procacciarsi di bel nuovo una posizione lucrosa ed adatta alle loro inclinazioni. Accagionano del cattivo esito delle loro intraprese, disgrazie impensate, alle quali non contribuirono, e insieme alla maggior parte degli uomini non riflettono che questo è puramente un' eccezione, e che piuttosto la bramosía di arricchir presto, o la mancanza di economia, di prudenza, e del tranquillo esame delle peculiari circostanze concomitanti, sono le sole ed uniche cause, per cui le speculazioni commerciali non fioriscono come dovrebbero e vanno perdute le proprie sostanze e forse ancora più in là. Tra questi uomini d'affari ve ne sono certamente di quelli molto atti a coprire i primi posti nell'amministrazione di grandi società di azionisti; ma anche per queste possono facilmente diventare dannosi quegli stessi difetti che produssero il dissesto negli affari particolari di codesto individuo, per la ragione che ben pochi uomini in età matura cambiano quelle idee fondamentali che determinano le loro azioni. L'esperienza perciò esige speciale ponderazione, quando a tali uomini viene affidata una grande sfera di attribuzioni presso le società per azioni. Quanto più costoro schivano, allorchè vengono eretti gli statuti, che vi sieno introdotte prescrizioni adattate a conseguire una attiva controlleria sulla amministrazione, tanto più gli azionisti hanno fondamento a diffidare.

§. 121. Quando uomini facoltosi e di affari, o quei tali che trovansi in buone relazioni commerciali, fondano una grande società di azionisti, od aspirano alla di lei superiore direzione, non è sempre l'onore, l' utilità dell' intento, o la rimunerazione che li sprona: soventi volte il motivo principale è quello di acquistare indirettamente colla società per azioni altre lucrose incumbenze o vantaggi privati. Ciò può avvenire in moltiplici modi.

Voglio citare alcuni dei molti mezzi di guadagno, acciò non si presti fede troppo facile alle assicurazioni ed alle proteste dei negoziatori, o di altri istitutori od amministratori di strade ferrate, nè si pensi di conseguire privati vantaggi.

1.° La probabilità dell' aumento o del ribasso del corso delle azioni può essere preveduta prima dagli amministratori, i quali perciò possono cavarne guadagno trafficandole.

2.° Si raggiunge la mira precipua dell' ingerenza nel maneggio dei

denari della società e vengono stabilite le prescrisioni in modo vantaggioso alla società stessa, e non quali sarebbero state necessarie.

3.° Come amministratore della società si acquista cognizione e previdenza negli affari di spedizione e di consegna; per tal modo, e coll'influenza della posizione, si apre la prospettiva di guadagnare sempre più con queste incumbenze.

4.° Quando una controlleria non è valida, gli amministratori della società possono ritrarre illeciti guadagni dai prezzi o dall'esercizio dei trasporti.

5.° Questi amministratori lasciano partecipare i loro amici e le persone che ponno conoscere davvicino gli abusi ai vantaggi particolari di cui godono, affine di evitare le accuse.

In questo modo pertanto cresce il pericolo della malversazione della amministrazione della società.

§. 122. Pericoloso in sommo grado riesce agli interessi degli azionisti e quindi anche dello Stato la combinazione dei motivi esposti nei §§. 120 e 121.

Allora lo scopo precipuo diviene quello di assicurarsi la durata dell'amministrazione esclusiva. Gli statuti che avessero a prodursi sotto l'influenza di questi motivi riuniti, sarebbero i più difettosi, e inetti a guarentire della rettitudine e della onoratezza dell'amministrazione superiore.

§. 123. In quel modo che la partecipazione col mezzo delle azioni proporzionalmente tenne affievolisce la cura degli azionisti per una migliore amministrazione, contribuisce pure costantemente a diminuire lo zelo, e fors'anche l'onestà delle persone che compongono l'amministrazione stessa. Se un membro dell'amministrazione di una società avente un capitale in azioni di un milione e mezzo, è padrone di 10,000 talleri in azioni, e guadagna per sè solo 1000 talleri a scapito della società, egli come azionista sacrifica per questo solamente 6 talleri e due terzi, e quindi ottiene questo privato vantaggio quasi senza alcuna perdita. Quando è piccolo il numero degli individui associati in un'impresa industriale, ciascun interessato è trattenuto dall'approfittare in tal modo sia per sentimento di moralità, che per l'idea di commettere una frode. All'incontro nelle società di azionisti, l'amministratore illude la sua coscienza con diverse ragioni. Cerca di persuadere a sè stesso che il danno cagionato non merita di discorrerne, giacchè non importa per ciascun azione che pochi danari; oppure riflette che la società non ne soffre danno, e che non si fa che approffittare, della posizione come membro dell'amministrazione, per procurarsi un vantaggio, che altrimenti sarebbe goduto da altri.

§. 124. Io raccomando caldamente ai Governi, come agli azionisti, di

sottoporre a maturo esame e considerazione le mie osservazioni e proposte sulla fondazione di buone amministrazioni per le strade ferrate, giacchè molto di biasimevole e di pernicioso all'incremento delle società si verifica a questo proposito, sia per ignoranza, sia pel superiore accorgimento di coloro che non mirano che a speciali loro intenti, e ben sanno che questi possono conseguirsi coll'ordinamento dell'amministrazione.

§. 125. *Facoltà di votare, e pluralità di voti nell'adunanza generale.* — La maniera con cui viene stabilita la facoltà degli azionisti di dare suffragio, esercita una essenziale influenza sulla formazione dell'amministrazione, perchè i di lei membri vengono scelti a pluralità di voti dagli azionisti nell'adunanza generale.

I due estremi di dare una voce a ciascun azionista, od a ciascun azione, sono opposti fra loro come la democrazia e l'aristocrazia. Negli statuti delle società bisogna considerare soprattutto da quale elemento gli istitutori, quando mirano al primato, s'aspettino il più valido appoggio.

96. La legge può convenientemente prescrivere un giusto mezzo riguardo alla ballottazione, e stabilire i limiti delle voci che può avere un azionista, e le gradazioni tra questi medesimi limiti.

Con questo principio si ridurrebbe a giusti confini l'influenza di taluno che potrebbe farsi valere a generale pregiudizio.

97. Un mezzo per circoscrivere indirettamente la facoltà dei voti, con cui gli impiegati della società potrebbero esercitare tanta maggiore influenza sull'adunanza generale, è quello di rendere difficile agli azionisti che non abitano nel luogo ove si tiene l'adunanza generale, di parteciparvi sia in persona, sia con rappresentanti. Anche a questo riguardo una legale determinazione potrebbe prescrivere una regola opportuna. A che si tenda propriamente con questo, è facile a comprendersi confrontando gli statuti delle diverse società tedesche per l'intrapresa di strade ferrate.

98. Affinchè nelle risoluzioni e nelle elezioni che hanno luogo nell'adunanza generale decida realmente la maggioranza, e non prevalgano influenze parziali. è opportuno lo stabilire il principio che nelle elezioni e determinazioni sia indispensabile un'assoluta pluralità di voti.

§. 126. *Facoltà dell'adunanza generale.* — Ritenendo il suesposto, dovrebbesi credere che la totalità degli azionisti sarebbe guarentita dall'irregolare procedere degli impiegati della società, riservando all'adunanza generale la determinazione sugli essenziali oggetti d'amministrazione: in effetto però la cosa cammina altrimenti.

Qualunque adunanza è assolutamente incapace di fondatamente esaminare e conoscere la massima parte degli articoli d'amministrazione. Essa non ha nemmeno il tempo materiale, perchè ben di rado si convoca, e

non può a lungo rimanere unita. Dovendosi decidere quistioni intricate, è facile che l'adunanza venga lungamente occupata nella discussione degli oggetti meno importanti, cosicchè sia costretta a definire i più importanti senza accurata disamina, e in seguito poi vengano facilmente coperti colle decisioni dell'adunanza generale gli errori e le mancanze dell'Amministrazione. Ciò venne messo fuori di dubbio con moltiplici esperimenti, ed è fondato sulla natura delle cose.

99. Come risultamento di queste considerazioni ed esperimenti può ammettersi per certo che le adunanze generali delle grandi Società per le strade ferrate sono atte soltanto a scegliere tra gli azionisti le persone più idonee alla superiore direzione e controlleria dell'amministrazione, ed inoltre a prendere solamente pochissime determinazioni organiche, quali sarebbero, per esempio, quelle relative all'aumento del capitale delle azioni, all'accettazione di un prestito, alla erezione di tronchi stradali, ec. Per questo titolo io non ho difficoltà a raccomandare ai Governi di commutare in una legale determinazione ciò che è ragionevole e portato dall'esperienza. A questo modo verrà impedito che per inesperienza, per ignoranza, od anche a disegno degli istitutori di una società per strade ferrate, sieno adottati provvedimenti nocivi alle ragioni ed alle facoltà della generale adunanza.

§. 127. *Costituzione delle cariche amministrative.* — 100. Presso le grandi società delle strade ferrate, stimo necessario che siano stabilite tre sorta di autorità amministrative; una per esercitare la superiore sorveglianza, che io chiamo *Direzione*; una per la superiore controlleria, e contemporanea continua rappresentanza del complesso degli azionisti, e che distinguo col titolo di *Consiglio d' amministrazione*; finalmente una per il governo speciale, composta di impiegati superiori risponsabili.

101. Le funzioni di queste diverse autorità devono essere strettamente circoscritte, e determinate in modo che vi abbia a regnare semplicità nell'organismo d'amministrazione, che non sia impedito il libero movimento di ciascuna autorità entro le proprie facoltà, e sia raggiunta nello stesso tempo la massima possibile controlleria.

102. La prima conseguenza di questo sistema è la necessità che gli impiegati superiori *risponsabili* posseggano le principali cognizioni, provvedano alla massima parte dei lavori di amministrazione, e debbano anche essere rimunerati più degli altri.

103. Risulta inoltre opportuno che tanto la direzione, come il consiglio d'amministrazione, sieno scelti dall'adunanza generale, e che colla scelta venga espressa indirettamente anche la distinzione delle funzioni di ambedue le autorità.

CAPITOLO TRENTESIMO.

AMMINISTRAZIONE — DIREZIONE

CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE — IMPIEGATI SUPERIORI RESPONSABILI — IMPIEGATI SUBALTERNI — POLIZIA STRADALE.

§. 128. *Direzione.* La sistemazione della direzione va considerata in prima quanto alla durata dell'impiego ed al numero dei membri.

Conviene che le persone componenti l'amministrazione non siano cambiate troppo spesso.

104. La durata minima dell'impiego dovrebbe essere di tre anni, la massima di sette. Un periodo di cinque anni mi sembra il più congruo pella massima parte delle circostanze. In questo modo i membri possono imparare a conoscere competentemente l'azienda, e seguirne lo scopo perseverantemente.

105. Per questo motivo conviene che i membri dell'autorità non sieno eletti tutti in una volta, ma d'anno in anno, e che siano sempre rielegibili quelli che scadono.

106. Un collegio che bene spesso deve porre a consulta oggetti svariati d'amministrazione, per esperienza, non deve essere molto numeroso. Il minimo numero dei membri di un collegio deve essere per sua natura di tre, ma non conviene di stabilire questo minimo come regola, perchè allora facilmente si dà il caso di non poterlo radunare completo, o per assenza, o per malattia, o per altri impedimenti dei membri. Il massimo può opportunamente stabilirsi a sette membri, ed io reputo cinque membri come il numero regolare e più conveniente.

107. I membri non devono esser prescelti tra gli azionisti meno interessati, giacchè è desiderabile che essi abbiano un impegno non troppo languido per la prosperità dell'intrapresa; quindi può essere stabilito un minimo oltre il quale non si abbia diritto ad essere eletti.

108. La direzione è l'autorità superiore regolatrice e col nome solo

si spiegano le sue più importanti attribuzioni. A questa autorità non deve venire affidata una costante speciale trattazione degli affari, ma solamente la direzione in massa, la determinazione dei singoli oggetti per norma nell'esecuzione col mezzo degli impiegati superiori risponsabili. Nulla di importante deve farsi che non sia proposto o determinato dalla direzione; e specialmente poi questa si incarica della nomina degli impiegati superiori risponsabili, e degli altri subalterni della società.

L'articolo più importante quindi nello statuire le funzioni della direzione si risolve nell'indicare ciò da cui la medesima deve totalmente astenersi, o non possa fare che mediante l'approvazione del consiglio di amministrazione.

109. Deve essere proibito alla direzione di tenere individui più di otto o dieci anni al servizio della compagnia, o di accordar loro pensioni.

110. Nella nomina degli impiegati superiori risponsabili della società, come pure degli impiegati di cassa, ad ogni nomina ad impiego la cui durata passa un certo tempo, di 4 cioè o 5 anni, od al quale va unito un emolumento sorpassante un certo quale importo; nell'accordar crediti a banchieri; nell'acquisto o vendita di stabili; finalmente in tutte le spese rilevanti, e nella trattazione degli affari più importanti e di maggior lena, deve premettersi l'approvazione del consiglio di amministrazione.

111. Devonsi anche prefiggere le formalità per la validità degli obblighi assunti dalla direzione a nome della società, e segnatamente devesi determinare che tali obblighi senza sottoscrizione di uno degli impiegati superiori risponsabili non sono valituri per la società.

112. Quand'anche non sia commesso alla direzione alcuna stabile occupazione, i suoi membri però, quando vogliano adempiere al loro dovere, non mancano di cure e d'impegni. Non si può pretendere di assumere questi membri senza un competente assegno, tanto più che devono rimanere in posto per molti anni. Essi devono perciò ottenere un compenso, il cui importo è da stabilirsi sotto due punti di vista: il primo che il partecipare alla superiore direzione non forma la principale loro occupazione, l'altro che una buona direzione superiore contribuisce essenzialmente alla prosperità della compagnia. Da ciò ne segue, che la somma di compenso è da stabilirsi a norma del guadagno, in ragione cioè di una quota parte di esso, la quale però deve sempre essere un minimo di quella somma che deve accordarsi anche quando non si abbia guadagno alcuno.

§. 129. *Consiglio d'amministrazione.* — 113. L'ufficio dei membri del consiglio amministrativo deve essere di poca durata per più ragioni.

Il mio parere è che essi vengano rieletti tutti annualmente, ma che però possano essere riconfermati quelli che si trovavano già in carica.

Le ragioni di ciò sono:

1.° Che la breve durata in carica assicura agli azionisti un potente mezzo di procedere, quando la direzione della intrapresa non sembra loro soddisfacente; essi allora scelgono quelle persone nel consiglio amministrativo, delle quali sono persuasi che esamineranno esattamente la direzione degli affari, e in caso di bisogno sapranno agire energicamente per rimovere gli abusi.

2.° Si evita il pericolo che per relazioni di amicizia, dipendenza, affinità od altro possa coll'andare degli anni nascere un'intima unione tra le persone controllanti e le controllate.

3.° Siccome non è necessario che il numero maggiore dei membri del consiglio d'amministrazione abiti il luogo di residenza della amministrazione, così lo scambio qualche volta non insignificante nella proprietà delle azioni può trovar meglio la necessaria controlleria colla elezione annuale dei membri del consiglio amministrativo.

4.° I membri del consiglio d'amministrazione come si mostrerà più avanti, per lo più esercitano le loro funzioni senza rimunerazione, per cui in molti casi non può pretendersi che si mantenghino lunga pezza in carica.

114. Se il consiglio d'amministrazione non avesse che l'incumbenza della controlleria, sarebbe opportunissimo di limitare a pochi il numero de'membri; ma siccome esso deve rappresentare anche il complesso degli azionisti, così il numero dei membri deve essere maggiore.

Così anche gli azionisti che abitano lungi dalla residenza dell'amministrazione, sono a portata di prender parte più spesso al consiglio. Il numero dei membri varia assai a norma delle circostanze, e può essere stabilito fra i dodici e i trenta.

115. In causa della breve durata in carica non sembra necessario determinare un minimo per poter partecipare al consiglio come membro; basterebbe stabilire che debbano essere azionisti.

116. Nel precedente paragrafo si sono subordinate molte determinazioni della Direzione all'approvazione del consiglio amministrativo, e quindi furono indicate di già minutamente con ciò le funzioni di quest'ultimo. Al medesimo appartiene inoltre:

a) Lo statuire le cauzioni degli impiegati o adetti alla società.

b) L'esame dei conti, ed il rilascio dell'assolutoria.

c) La decisione sul licenziamento o dimissione degli impiegati su-

periori risponsabili, e delle persone subalterne, quando questo debba aver luogo prima della scadenza del tempo di servizio ad istanza della direzione.

d) Una efficace controlleria dell' azienda.

117. Per ottenere buon esito da questa controlleria, bisogna col mezzo degli statuti affidare al consiglio amministrativo un congruo potere: deve essere autorizzato ad intraprendere estemporanee revisioni di cassa presso gli impiegati o le persone addette alla società; ad esaminare in qualunque tempo ciò che si riferisce all'azienda; a sospendere anche i membri della direzione: e finalmente poi, quando scopre grossolani errori nell' azienda, e non può distruggerli, a convocare straordinariamente l'adunanza generale per le necessarie determinazioni.

118. Acciocchè non abbiasi a temere abuso da questa straordinaria autorità, quest' ultima facoltà non dovrà venire esercitata se non quando sia d'accordo più della metà dei membri del consiglio d'amministrazione. La stessa malleveria bisogna concederla anche agli impiegati superiori risponsabili quando abbiasi da prendere una decisione sulla loro straordinaria dimissione.

119. La controlleria vuole essere esercitata con semplici formalità, perchè non torni troppo molesta agli impiegati onorati. Conviene che il consiglio d' amministrazione incarichi di ciò qualcuno de' suoi membri, e destini un altro a decidere sugli oggetti importanti e ad esaminare e riferire intorno a quelli di maggiore rilievo.

120. Inutile è una regolare rimunerazione di tutti i membri del consiglio d' amministrazione; in alcuni casi non è nemmanco necessario di assegnarne a quei membri che disimpegnano la massima parte dei lavori; e in caso di doverlo fare, consiglierei sempre tutt' altro, fuorchè di commisurare l'assegno sul ricavo netto.

§. 130. *Impiegati superiori risponsabili.* Intorno alle funzioni degli impiegati superiori risponsabili o dei subalterni, ci siamo già molto trattenuti negli ultimi paragrafi.

121. Solamente sarebbe da aggiugnersi che nessun impiegato subalterno od altro individuo addetto, come pure nessun agente di polizia della strada possa venire ammesso al servizio senza la proposizione degli impiegati superiori risponsabili; e che rimanga totalmente riservato agli impiegati superiori l' accettazione degli operai.

Queste prescrizioni sono necessarie per rendere efficace la risponsabilità da imporsi agli impiegati superiori.

Affinchè la compagnia possa provvedersi di impiegati superiori, onesti ed abili, ed abbia a mantenersi; affinchè possa invece allontanare coloro

che fossero riconosciuti disleali od inetti; affinchè gli impiegati superiori risponsabili siano spronati dal massimo possibile interesse al più zelante adempimento dei loro doveri; e perchè finalmente nel caso di necessità si possa far valere questa risponsabilità, si rendono necessarie le seguenti prescrizioni.

122. La direzione è autorizzata a sospendere gli impiegati superiori, risponsabili non solo per infedeltà, ma anche per trascurato adempimento dei loro doveri, per condotta irregolare, o per titoli di moralità.

123. Sulla proposta della direzione il consiglio d'amministrazione può congedare in via straordinaria quegli impiegati pei motivi suesposti.

124. Il decreto di straordinaria dimissione di un impiegato, emanato dal consiglio d'amministrazione, porta con sè la nullità di tutte le ragioni e titoli di emolumento verso la società, partecipazione al guadagno, indennizzi, gratificazioni od altri consimili vantaggi.

125. Gli impiegati superiori risponsabili rifiutano di aderire, o cooperare a qualunque risoluzione della direzione, che giudicassero contraddittoria ai regolamenti generali, od alle particolari prescrizioni della concessione, o degli statuti, quando anche il consiglio d'amministrazione avesse approvato preventivamente una tale risoluzione; in questo caso tutta la risponsabilità cade sui membri delle due autorità superiori che hanno votato per la determinazione.

126. La rimunerazione degli impiegati superiori risponsabili deve almeno in parte venire stabilita in un tanto sull'introito netto dell'impresa della strada ferrata.

Non si abbia timore che con queste massime e con quelle stabilite nei §§ 128 e 129 possano essere distolti gli individui abili ed onorati dal dedicarsi ai servigi della società; uomini dotati di questi principj non disprezzano tali massime, come ci ha dimostrato l'esperienza.

127. Però queste determinazioni devono essere stabilite preventivamente, perchè l'innestarle dopo in un regolamento rassomiglia ad una offensiva personale diffidenza, e facilmente può avere una tale interpretazione.

128. Questo principio porta di conseguenza che gli impiegati superiori risponsabili debbano venire rimunerati generosamente.

Ciò non è un pregiudizio, ma bensì un eccitamento a dedicarsi intieramente per meritare di essere conservato in una buona posizione. Per grandi società di azionisti due mila talleri più o meno sono un oggetto insignificante quando la spesa concorre allo scopo di migliorare l'azienda.

Un impiegato primario di una società di strade ferrate che fosse in-

fingardo, che dirigesse gli affari con principj falsi e riprovati dall' esperienza, che non volesse ammettere nuovi trovati, o permettere di esaminare se convenga l' applicarli, recherebbe pregiudizio alla società, quand' anche il suo servizio fosse onorario; è quindi da aversi somma cura che la direzione degli affari non cada nelle mani di un neghittoso, o di uno sregolato, o di un uomo senza principj di lealtà e di onore.

La insufficienza o poca onestà degli impiegati superiori di grandi società di azionisti, è spesse volte la causa che non si vedono prosperare, o che rovinano benanco.

Non è raro che una società venga costituita precisamente dalle persone le quali aspirano agli impieghi più lucrosi, e che quando gli abbiano ottenuti, esercitino poi un' influenza perniciosa sulla compilazione degli statuti. Per questi motivi raccomando che sieno legalmente stabilite le discipline proposte relativamente alla nomina ed alla dimissione dei primari impiegati risponsabili.

§. 131. Il successo di una società di strade ferrate, ed il ribasso al minimo dei prezzi di trasporto dipendono per la massima parte dall' idoneità dei due primari impiegati dell' azienda tecnica e commerciale. Per il grande interesse dello Stato, sia riguardo alla prosperità delle compagnie, che alla riduzione al minimo dei prezzi di trasporto, io raccomando di promuovere l' emulazione e l' osservanza del seguente principio, tosto che sia attivato un numero discreto di compagnie per le strade ferrate.

129. Si devono tutti gli anni distribuire due premj a quegli impiegati superiori tecnici e commerciali della società delle strade ferrate, che sotto determinate circostanze del terreno e del traffico hanno maggiormente contribuito alla prosperità della società, ed alla riduzione al minimo dei prezzi di trasporto. La distribuzione dei premj si fa dalla commissione delle strade ferrate.

§. 132. *Impiegati subalterni.* — 130. Lo stabilire la paga, il tempo di servizio ed i motivi di licenziamento prima della scadenza del tempo per gli impiegati di rango inferiore, è riservato alla direzione, e rispettivamente per essa agli impiegati superiori risponsabili, nei limiti fissati coi §§ 128, 129, 130. Io raccomando loro di comportarsi prudentemente e con dilicatezza in simil occorrenze, e di guardarsi bene specialmente da soggetti inerti, i quali sono inclinati a cercare impiego a preferenza presso grandi instituti commerciali, perchè tra molti impiegati l' inoperoso ed inerte rimane più facilmente nascosto e tollerato più che non lo sarebbe presso un negoziante, il quale esercita attenta e continua sorveglianza sui pochi individui ai quali commette l' andamento delle sue operazioni.

In qualunque caso giova estendere anche agli impiegati inferiori ed al personale subalterno i precetti stabiliti ai numeri 121, 122 e 123 del §. 130, colla modificazione che venga riserbata agli impiegati superiori risponsabili la facoltà della sospensione, e di proporre anche la dimissione, lasciando però alla direzione il pronunciare definitivamente su quest'ultima.

§. 133. *Polizia stradale.* Tutti i Governi sono unanimamente d' accordo che debba essere lasciata alle società la polizia della strada. A tale effetto convengono le seguenti massime.

131. Tanto la facoltà di nominare, quanto quella di sospendere le persone necessarie per la polizia stradale, è lasciata unicamente all' amministrazione sociale. Le determinazioni contenute a questo riguardo nel §. 132 per gli impiegati subalterni, valgono eziandio per gli agenti della polizia stradale.

132. Questi agenti hanno da curare non solo la polizia, ma anche la conservazione della strada. Quest' ultima è di gran lunga più necessario su una strada ferrata, che sopra un'altra strada qualunque, perchè sulla prima la trascuratezza può avere per conseguenza non solo la difficoltà del trasporto, ma produrre eziandio grandi disgrazie. Quindi alle società deve essere concessa illimitata facoltà nella scelta dei più abili soggetti, e pel loro proprio bene devesi nello stesso tempo impedire che abbiano per avventura a limitare questa libertà.

133. Sono poi necessarie pene più rigorose pei casi di trasgressione alle prescrizioni di polizia sulle strade ferrate che non sulle ordinarie.

CAPITOLO TRENTUNESIMO.

RESIDENZA DELL' AMMINISTRAZIONE.
OSSERVAZIONI SUGLI STATUTI.

§. 134. Il sito di residenza dell' amministrazione in molti casi contribuirà moltissimo alla prosperità della società di una strada ferrata, e soddisferà alle vedute più elevate dello Stato.

Tra due considerevoli città limitrofe possono insorgere rivalità nel traffico, per cui l'una cerchi di danneggiare l'altra, regolando gli arrivi e le partenze dei trasporti ai luoghi di deposito e spedizione in modo che riescano in proporzione più favorevoli ad una anzichè all'altra delle due città rivali.

Una città qualunque guadagna senz'altro ad essere punto centrale di una grande amministrazione commerciale; essa guadagna non solo perchè gli impiegati vi consumano gli stipendj, ma perchè anche il danaro corre più abbondante laddove si fanno grandi affari, o si pongono in moto grandi somme.

134. In simili casi conviene alternare la residenza dell'amministrazione tra le due città, o fissarla in quella che corre maggior rischio di essere pregiudicata. È opportuno altresì di comporre l'amministrazione di individui di entrambe le città, e curare in caso di preponderanza, che questa non riesca a profitto di quella città che potesse recare all' altra sommo pregiudizio colle sue rivalità.

Instituzioni di simil sorta del resto non possono trovar molta difficoltà ad essere poste in pratica, tostochè sia stabilita l'unione col mezzo delle strade ferrate, e con esse la celere comunicazione; inoltre devono per naturale conseguenza scomparire quelle rivalità per cui si vorrebbe soli avere il diritto a tutti i vantaggi, rivalità che è propria ordinariamente a quelle persone che non sanno vedere più in là del proprio interesse se non in quanto si limita ai luoghi di loro dimora.

Può darsi anche che una città sia inetta a servire di residenza ad una società di strade ferrate, o perchè non vi sia un numero di uomini e-

sperti negli affari, o di commercianti sufficiente per la superiore direzione dell'impresa, o perchè manchino le occasioni pel vantaggioso e sicuro impiego del fondo.

§. 135. Ciascun Governo può giudicare se giusta le speciali circostanze che si oppongono, sia più opportuno di stabilire le massime d'amministrazione delle società delle strade ferrate, per quanto è possibile, come norma legale generale, o di pensare alla applicazione di queste massime in ciascun caso particolare. Il primo di questi principj è il migliore per gli Stati di qualche estensione. Con ciò vengono compresse e rintuzzate diverse tendenze contrarie all'interesse dello Stato, e si agevola di molto alle autorità dello Stato la introduzione spesse volte difficoltosa delle massime più opportune. Anche tra le massime amministrative proposte in questa sezione vè ne sono al certo alcune delle quali difficilmente potrebbe contraddirsi con fondamento la opportunità, la necessità e la generale applicabilità.

Quali si sieno le regole d'amministrazione delle società delle strade ferrate che possono i Governi stabilire, avranno sempre gli azionisti un forte impulso a mettere ogni studio nel concretare le corrispondenti disposizioni statutarie più di quello che finora non abbiano adoperato.

A quegli impiegati dello Stato, ed agli azionisti che desiderano di perfezionare le loro idee colle più convenienti interne disposizioni delle società delle strade ferrate, ed in generale delle grandi società d'azioni per commerciali intraprese, è molto da raccomandarsi lo studio degli statuti di tali società. Negli statuti, l'occhio esercitato riconosce per lo più le parti deboli, e le parti buone dell'impresa, le tendenze dei fondatori, e le circostanze meritevoli di attenzione.

A questo riguardo torna di singolare importanza lo studio degli statuti delle due società delle strade ferrate di Colonia e d'Aquisgrana perchè i loro fondatori, uomini tutti di capacità ed esperienza nella direzione di grandi società per azioni, nulla vi hanno compreso che non fosse ben ponderato e calcolato, o che non mirasse evidentemente allo scopo.

CAPITOLO TRENTADUESIMO.

RIASSUNTO.

§. 136. Consideriamo nell' insieme il sistema stabilito per le società delle strade ferrate.

Lo Stato è certo di conseguire il trasporto a prezzi minimi colla

a) concorrenza per le intraprese;

b) ammortizzazione del fondo capitale;

c) maggiore solidarietà delle compagnie;

d) migliore loro amministrazione;

e) diminuzione dei difetti congiunti collo stabilimento affidato alla industria privata, e segnatamente delle cattive tendenze che spesso si manifestano negli impresari;

f) effettiva risponsabilità delle società o dei loro amministratori;

g) applicazione di esatte e giuste massime per la direzione delle linee stradali, e per promuovere la instituzione di altre più utili;

h) determinazione dei prezzi di trasporto regolati sulla più equa misura, per gli oggetti di maggiore importanza rapporto alla cultura del paese.

Che cosa sagrifica lo Stato per questi vantaggi? Nulla, giacchè in un territorio esteso la lontana possibilità di perdere alcune migliaja di talleri sugli introiti postali non deve essere considerata.

Dove un così meschino riflesso possa contrastare il conseguimento dei grandi vantaggi derivabili dalle strade ferrate, dicasi pure che quivi ancora non si conoscono tali vantaggi, e piuttosto di costruirle senza uno scopo, od in modo da pregiudicare allo Stato, si aspetti a farlo fintanto che questi vantaggi sieno dimostrati generali e infallibili dalla saggia e oculata esperienza.

La maggior parte dei mezzi coi quali lo Stato ottiene dalle società le più vantaggiose strade ferrate, sono in pari tempo i mezzi più sicuri per le società stesse di condur bene e con sicurezza l' impresa.

Come si determinano stabilmente i prodotti delle società, così si sta-

biliscono anche i loro diritti, per cui possono misurare con precisione la somma dei loro obblighi, e viene minorato d'assai il pericolo di un'impresa cattiva. Le grandi case bancarie possono designare con maggior sicurezza grandi somme di azioni per la rivendita, che non farebbero se la speculazione delle strade ferrate si esercitasse colle regole ammesse fino ad ora in Germania; giacchè il corso pari delle azioni come il minimo viene maggiormente guarentito, e coll'ammortizzazione viene promosso il loro aumento al 25 per cento almeno.

Gli altri azionisti sono in condizione ancora migliore, giacchè col togliere di mezzo molte delle circostanze influenti sul peggioramento della speculazione, verrà questa resa meno pericolosa che non lo sia attualmente. Se in Germania non vengono essenzialmente migliorati i principj fondamentali relativi alle strade ferrate, non mancheranno amari disinganni per gli azionisti non solamente a loro danno, ma eziandio dello Stato, perchè allora diminuirà la tendenza dei capitalisti verso questo genere d'imprese, e non si eseguiranno che quelle suscettibili di guadagno, malgrado la dannosa influenza degli accennati principj fondamentali.

Volontieri concedo che le mie idee ed opinioni possano ammettere ancora particolari modificazioni o miglioramenti. Però voglio sperare che in massima non avrò altri oppositori, tranne coloro che si aspettano privati vantaggi dall'oscurità del soggetto.

Nessun uomo di Stato porrà in dubbio il quasi incalcolabile influsso che ha sulla prosperità nazionale la circostanza, in apparenza futile, che il trasporto di un centinajo di merci in vece di quattr. 4 ½ costi solamente quattr. 1 ½ od anche meno per lega. Ebbene, per raggiugnere questo vantaggio si costruisca a carico dello Stato, o se ciò non può effettuarsi, si osservino strettamente quelle regole che nella costruzione, col mezzo della industria privata, salvano la massima parte dei vantaggi che si ottengono a costruire a spese dello Stato.

§. 157. Dall'uso ed applicazione dei proposti principj fondamentali, scaturirà un genere di relazioni tra le autorità dello Stato, e gl'intraprenditori delle strade ferrate, adattato e congruo alla nobiltà del soggetto più che non ha potuto essere fino ad ora. Quando tutte le linee principali sulle quali devono costruirsi le strade ferrate, e quando tutte le condizioni essenziali della concessione sieno universalmente note; quando si manterrà libera la concorrenza sino alla determinazione ed approvazione di tutte le condizioni e degli statuti; quando un tribunale amministrativo decide sull'insorta concorrenza e su tutte le importanti collisioni: allora le autorità non temeranno più che un intrapreditore con belle parole e frasi

di sentimento patrio, di pubblica utilità e cose simili, voglia carpire personali favori a danno dello Stato. È tolto alle autorità il motivo di diffidare, ed agli intraprenditori la causa delle leziose parole e delle frasi subdole e delle preghiere di contemplazione. Le relazioni d'ambo le parti divengono più semplici, e nobili. Vien dato occasione all'abilità, al talento, alla dovizia di fare col mezzo di tali doti le più grandi e migliori speculazioni sulle strade ferrate; fino ad ora non fu che una felice combinazione in Germania, se queste speculazioni vennero affidate a persone che posseggono cotali qualità.

§. 158. Le regole esposte in questa sezione possono prestare un vantaggio allo Stato, sul quale richiamo tuttavia l'attenzione.

In molti paesi i possidenti vengono sussidiati dallo Stato con esenzione di imposte, con prestiti, o con altri mezzi consimili: allo stesso modo si stabiliscono fondi per fabbriche di case, o per ampliamenti di città.

Il soccorso più attivo e potente pei possidenti e pei cittadini, è quello di facilitare loro i mezzi di comunicazione a prezzi i più modici. Ciò si ottiene costruendo strade ferrate colle regole da me indicate. Il valore de' fondi, e quello delle case in città crescerà subito in modo che non vi sarà più bisogno di ricorrere a sussidj dello Stato.

Quello che per tal modo si risparmia dallo Stato, e quello che spende in sussidj dell'accennata natura, lo impieghi a promuovere la costruzione delle strade ferrate in quelle parti del territorio dove l'industria privata non vi si presta spontanea. Così si possono operare grandi cose con sussidj proporzionatamente piccoli e durevoli per un determinato periodo di tempo.

Le strade ferrate saranno costrutte dall'industria privata in tutti quei luoghi dove si abbia la massima probabilità di cavare per lo meno il 5 per 100 di introito. Quando adunque per l'utile generale deve venire costrutto un tronco di strada ferrata che non presenti questa probabilità assuma lo Stato una limitata garanzia del suesposto introito.

Il limite della garanzia è regolato sull'importo e sulla durata. Sul primo col determinare che non si abbia a bonificare che un tanto per cento: sulla durata, collo stabilirla anticipatamente. Nella massima parte dei casi basterà concedere dall'uno al due per cento dell'importo, ed una durata di 10 ai 20 anni ed in ragguaglio l'1 ½ per 100 per 15 anni. Spesse volte però non si pretenderà il massimo stabilito dell'indennizzazione, molto meno verso la fine della durata della garanzia, purchè l'affare migliori da sè; il ragguaglio quindi delle indennizzazioni da realmente prestarsi si dovrà calcolare più dell'uno per cento.

Lo Stato per conseguenza coll'annua spesa di 100,000 risdalleri continuata per 15 anni può promuovere la costruzione di 30 a 40 leghe di strada ferrata in luoghi che sentono maggiore il bisogno delle comunicazioni economiche.

§. 139. Le strade ferrate e le grandi società commerciali per l'esecuzione loro sono un nuovo soggetto della legislazione, la quale non dovrebbe più bastare massime per le instituzioni ad azioni, in un tempo, in cui queste instituzioni si generalizzano più che mai per vedute e combinazioni commerciali.

Io volli segnalare le lacune ed i difetti della legislazione, e la necessità di toglierli e migliorarla. Possano accorti uomini di Stato accogliere le mie idee e le mie proposizioni colla stessa spassionatezza con cui lo mi feci ad esporle.

Seguono le tabelle richiamate al Capitolo quarto
§§ 22 e 23 della Memoria.

TABELLA I

Trasporto delle merci.

Indicazione dei tronchi stradali secondo il nome delle città		secondo la distanza	Trasporto con vetture. Nolo al centinajo	Trasporto con vetture. Durata del trasporto	Trasporto per acqua. Nolo al centinajo	Trasporto per acqua. Durata del trasporto	TRASPORTO SULLE STRADE FERRATE. Durata del trasporto		Col massimo pedaggio di 3 quattr. per centinajo e lega. al porto raggu. di 1 ½ quat. per cent. e lega.		al porto minimo di un quattr. per cent. e lega.		Col pedaggio minimo di quat. 1 ½ per cent. e lega. al porto raggu. di quat. 1 ½ per cento e lega.		al porto minimo di un quattr. per cent. e lega.		Quando non si voglia ricavare un introito dal capitale primit. al porto ragguag. di quat. 1 ½ per cento e lega.		al porto minimo di quat. ½ per cent. e lega.		OSSERVAZIONI
		leghe.	gros.	gior.	gros.	gior.	gior.	ore.	gros	quat	gros	quat	gros.	quat.	gros	quat.	gros.	quat.	gros.	quat	
Berlino	Konisberga	84	53	18	21	32	3	—	31	6	28	—	21	—	17	6	7	10	4	8	
Berlino	Aquisgrana	92	85	21	—	—	4	—	34	6	30	8	23	—	19	2	8	8	5	2	
Berlino	Anversa	112½	103	27	—	—	5	—	42	3	37	6	28	2	23	6	10	7	6	3	Nel trasporto per acqua si calcola anche il nolo del trasporto di terra da Berlino ad Aquisgrana.
Konisberga	Aquisgrana	176	138	39	106	53	7	—	66	—	58	8	44	—	36	8	16	6	9	9	
Konisberga	Anversa	196 ½	156	45	124	59	8	—	73	8	65	6	49	2	41	—	18	6	10	11	
Berlino	Breslavia	43 ½	30	10	9	26	2	—	16	4	14	6	10	10	9	1	4	1	2	5	
Berlino	Lipsia	22¾	20	5	—	—	1	—	8	6	7	7	5	8	4	8	2	2	1	3	
Berlino	Stettino	20	16	4	5	12	—	10	7	6	6	8	5	—	4	2	1	10	1	2	
Berlino	Magdeburgo	19¾	17½	4	5	12	—	10	7	5	6	7	4	11	4	1	1	10	1	2	
Berlino	Amburgo	38	38	10	10	14	2	—	14	3	12	8	9	6	7	11	3	7	2	1	Nelle spese di porto sia per la via di terra che di acqua, non sono calcolati i dazi

TABEL

Trasporto dei

Indicazione dei tronchi stradali: Secondo il nome delle città.	secondo la distanza.	Viaggio con carrozze da posta: durata del viaggio		spesa complessiva		Viaggio con velociferi: durata del viaggio		spesa complessiva		VIAGGI SULLE — A velocità moderata — con carrozze d' infima classe: durata del viaggio		Spesa complessiva col trasporto a 9 qu. a testa per ogni lega: pedaggio a 6 quattr. a testa per lega.			pedaggio a 3 quattr. a testa per lega.			Dopo l'estinzione del fondo capitale, il costo complessivo del trasporto è di 5 quattr. a testa ogni lega.		
	leghe	gior.	ore	tal.	gros	gior.	ore	tal.	gros	gior.	ore	tal.	gros.	quat	tal.	gros.	quat	tal.	gros	quat
Berlino Konisberga	84	4	15	16	22	2	13	33	1	3	6	3	15	—	2	24	—	1	5	—
Berlino Aquisgrana	92	7	6	22	18	3	19	30	20	4	—	3	25	—	3	2	—	1	8	4
Berlino Anversa	112½	8	6	28	—	4	19	37	2	4	10	4	20	8	3	22	6	1	16	11
Konisberga Anversa	196½	12	21	44	22	7	8	60	3	8	—	8	5	8	6	16	6	2	21	11
Berlino Breslavia	43½	2	9	8	23	1	13	13	2	2	—	1	24	4	1	13	6	—	18	2
Berlino Posnania	33¼	1	16	6	23	1	3	10	4	1	5	1	12	2	1	3	9	—	14	1
Berlino Francoforte sull'Oder	11½	—	13	2	12	—	10	3	4	—	6	—	14	5	—	11	6	—	4	10
Berlino Stettino	20	—	23	4	2	—	16	6	—	—	10	—	25	—	—	20	—	—	8	4
Berlino Magdeburgo	19¾	1	—	4	1	—	16	5	28	—	10	—	24	8	—	19	9	—	8	3
Berlino Lipsia	22¾	1	9	4	19	—	19	7	—	1	—	—	28	5	—	22	9	—	9	6
Berlino Hannover	43¼	2	13	9	20	1	14	13	20	1	10	1	24	1	1	13	3	—	18	1
Berlino Amburgo	38	2	3	8	22	1	10	15	20	1	7	1	17	6	1	8	—	—	15	10

In questa Tavola il tallero è suddiviso in 30 grossi

aggiatori

TRADE FERRATE

A velocità assoluta.

urata del iaggio	con carrozze d'infima classe.									con carrozze di prima classe.									Durata del viaggio quando si potesse raggiungere la massima velocità di 7 leghe all' ora	
	spesa complessiva col trasporto ad un grosso e 3 quatt. a testa per lega.						dopo l'estinzione del fondo capitale, il prezzo complessivo di trasporto è di 10 quattr. a testa e lega.			spesa complessiva col trasporto a due grossi e 6 quattr. a testa e lega.						dopo l'estinzione del fondo capitale, il prezzo complessivo del trasporto è due grossi a testa per lega.				
	pedaggio ad un grosso a testa per lega.			pedaggio a 6 quattr. a testa per lega.						pedaggio a due grossi a testa ogni lega.			pedaggio di un grosso a testa per lega.							
ore	tal.	gros.	quat	tal.	gros.	quat	tal.	gros.	—	tal.	gros.	quat	tal.	gros.	quat	tal.	gros	quat	gior	ore
7	6	9	—	4	27	—	2	10	—	12	18	—	9	24	—	5	18	—	1	—
9	6	27	—	5	11	—	2	16	8	13	24	—	10	22	—	6	4	—	1	2
4	8	13	2	6	16	10	3	3	9	16	26	3	13	3	9	7	15	—	1	5
—	14	22	2	11	13	10	5	13	9	29	14	3	22	27	9	13	3	—	2	5
10	3	7	10	2	16	2	1	6	3	6	15	9	5	2	3	2	27	—	—	6½
8	2	16	—	1	29	1	—	28	2	5	1	2	3	27	5	2	7	6	—	5
2½	—	25	11	—	20	2	—	9	7	1	21	9	1	10	3	—	23	—	—	1¾
4½	1	15	—	1	5	—	—	16	8	3	—	—	2	10	—	1	10	—	—	3
4½	1	14	5	1	4	7	—	16	6	2	28	10	2	9	1	1	9	6	—	3
5	1	21	2	1	9	10	—	19	—	3	12	5	2	19	8	1	15	6	—	3½
10	3	7	4	2	15	9	1	6	—	6	14	8	5	1	5	2	26	6	—	6½
9	2	25	6	2	6	6	1	1	8	5	21	—	4	13	—	2	16	—	—	5½

OSSERVAZIONI

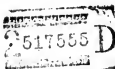
Nei viaggi sulle strade ferrate si e supposta la giornata di dodici ore, e che di notte non si faccia cammino — Nelle grandi distanze quindi si impiegherà minor tempo di estate, e maggiore d'inverno, di quello indicato nella tabella. Che se si facesse viaggio anche di notte allora i viaggi esigerebbero un tempo minore dell'assegnato.

nforme all' ordinanza 25 Ottobre 1825.

NOTA.

Nel corso di questa Memoria, ci siamo curati di indicare, dove importava maggiormente un confronto istantaneo, la corrispondenza delle misure e dei valori di cui si serve l'autore col sistema metrico adottato comunemente, ed a maggior comodo dei lettori porgiamo qui raccolti gli analoghi ragguagli fondamentali che servirono alle accennate conversioni: — (Le misure Prussiane esposte sono le nuove portate dall' ordinanza 16 maggio 1816).

Misure	di lunghezza	Piede di Berlino = 12 pollici = 144 linee = 1728 scrupoli =	metri	0, 3139
		Miglio, o lega di Prussia di 24801 piedi del Reno	»	7783, 8930
	di capacità	Moggio (scheffel) = 16 metzen = 48 viertel.	litri	54, 9610
Pesi		Libbra, o pfund	chilog.	0, 4677
		Centinajo di pfund 110	»	51, 4250
Monete		Risdallero, o tallero da 24 grossi buoni . .	fr.	3, 7111
		Grosso	»	0, 1546
		Quattrino (pfennig)	»	0, 0129

FINE.

INDICE DELLE MATERIE.

SEZIONE PRIMA.

MATERIALI COSTITUENTI UNA STRADA FERRATA.

CAPITOLO PRIMO.

CAPITOLO SECONDO.

CAPITOLO TERZO.

CAPITOLO QUARTO.

CAPITOLO QUINTO (aggiunta).

CAPITOLO SESTO.

CAPITOLO SETTIMO (aggiunta)

SEZIONE SECONDA.

MOTORI ADOPERATI SULLE STRADE FERRATE.

ASSUNTO.

CAPITOLO PRIMO.

CAPITOLO SECONDO.

CAPITOLO TERZO.

ARTICOLO TERZO.

ARTICOLO QUARTO.

ARTICOLO QUINTO.

SEZIONE TERZA.

CONSIDERAZIONI GENERALI SULLE STRADE FERRATE.

CAPITOLO PRIMO.

CAPITOLO SECONDO.

Paragone delle diverse maniere di trasporto per le mercanzie pag. 153

CAPITOLO TERZO.

Servizio dei viaggiatori e delle mercanzie preziose sulle strade ferrate. pag. 160

CAPITOLO QUARTO.

Delle grandi linee di strade ferrate p. 297.

CAPITOLO QUINTO.

Applicazione delle macchine locomotrici alle strade comuni . . . pag. 172

APPENDICI

APPENDICE PRIMA.

Descrizione di una macchina locomotrice.

APPENDICE SECONDA.

Paragone delle rendite e delle spese delle tre strade ferrate di Liverpool di Lione e di Budweis. . . . . pag. 204

LE STRADE FERRATE E I LORO IMPRENDITORI.

MEMORIA DI DAVIDE HANSEMANN.

Sezione Quarta.

Fine dell'Indice.

Pagina	Linea		*Errata*	*Corrige*
6	21		per quella dell' umidite	per quello dell'umidità
16	15		20, o 21 fr.	20 o 21 cent.
19	24	(nota)	tomo CLXXXV	tomo LXXXV
20	5		6 pollici	60 pollici
49	32	(nota)	Totale per una contro-spina	Totale per due contro-spine
ivi	38	(nota)	Totale per una spina	Totale per due spine
65	4		asse attraversanti	aste attraversanti
66	25		2 cent. o 3 cent. e un quarto	2 cent. o 2 cent. e un quarto
67	25	(nota)	al vertice del cairo	al vertice del cono
68	1		paralellismo dalla sala	paralellismo delle sale
70	7		diretti	diritti
71	39	(nota)	ai quali altri bisogna	ai quali ultimi bisogna
72	16		0,030	0,020
ivi	20		che anche cinque millimetri	che anche a cinque millimetri
76	11		in parte con ogni eguale saldezza	in ogni parte con eguale saldezza
89	33		$1560 \times \frac{100}{4} = \cdot 62$	$1560 \times \frac{4}{100} = \cdot 62$
92	ult.	(nota)	invece di riunirla con una linea	in vece di riunirli con una linea
96	8		sarà di $\frac{11935}{25}$	sarà di $\frac{1193}{25}$
ivi	22		fr. 4,875 per cad. gior.	fr. 4,785 per cad. gior.
100	6		un centimetro per ogni tonnellata	un centesimo per ogni tonnellate
102	8		peserà 41 × 17 = 68	peserà 4 L. × 17 = 68
107	10		profondità a cui passano	profondità a cui pescano
129	31	(nota)	$F = L. \frac{8m - 100}{m + 100}$	$F = L. \frac{9m - 100}{m + 100}$
132	5		costerebbe oltre i centimetri 1,75.	costerebbe oltre i centesimi 1,75
131	11		limitato alla sola spesa	limitato alla sola ascesa
134	28		Totale . . . chil. 316	Totale . . . chil. 319.
135	24		che si debbono tirare	che si debbano tirata
137	12		nè posta l'uno	nè poste l'uno
139	3		7,600, = galleria = rampa 0,29	1,800, = galleria = rampe 0,021
164	4		5,600 chilog. $\times \frac{5 + 16}{1000} = 101$	5,6600 chilog. $\times \frac{5 + 14}{1000} = 106$
168	12		il trasporto delle grandi mercanzie	il trasporto delle gravi mercanzie
195	10		4.ª classe = 29. 9	4.ª classe = 27. 9